

PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA Terciaria,
LOCALIZADA ENTRE EL BARRIO VILLA PAÚL Y LA VEREDA LA PUNTA EN EL
MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA

DIANA VALENTINA NAVARRETE LARA

CRISTHIAN CAMILO DUARTE VALERO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2020

PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA Terciaria,
LOCALIZADA ENTRE EL BARRIO VILLA PAÚL Y LA VEREDA LA PUNTA EN EL
MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA

DIANA VALENTINA NAVARRETE LARA

CRISTHIAN CAMILO DUARTE VALERO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR

YELINCA NALENA SALDEÑO MADERO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2020



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

BOGOTÁ D.C.

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis papas por apoyarme desde un principio con mi elección por esta carrera, por estar conmigo en los momentos difíciles que se presentaron en cada uno de los semestres cursados, por compartir conmigo cada lagrima y cada sonrisa.

Diana Valentina Navarrete Lara

Dedico de manera especial este trabajo de grado a mi madre, a mi padre y a mi hermana que son personas que me han ofrecido amor y calidez humana, me han brindados valores y aptitudes para lograr la capacidad de superarme y han ayudado en este trasegar forjándome como persona. Gracias por su presencia y apoyo ya que han sido los partícipes de este logro. Me formaron con valores fundamentales para mi vida personal y profesional, como también me motivaron constantemente para alcanzar mis objetivos.

Cristhian Camilo Duarte Valero

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme en cada paso que doy, por sonreír ante mis logros que son resultado de tu ayuda y por estar presente en esta gran etapa importante para mi vida.

A mis docentes por cada enseñanza llena de amor y entrega, por cada clase llena de aprendizaje.

A mi tutora Yelinca Saldeño por apoyarnos desde un principio con la elección de nuestro tema a trabajar y por guiarnos durante el transcurso del desarrollo del mismo.

Diana Valentina Navarrete Lara

A mis padres por su insistente apoyo, confianza y consejos sabios. A mi hermana y sobrina por su valiosa compañía e infinito amor.

Cristhian Camilo Duarte Valero

CONTENIDO

1. TITULO	16
1.1 ALTERNATIVA.....	16
2.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	16
2. RESUMEN	17
3. INTRODUCCIÓN	18
4. GENERALIDADES	20
4.1 ANTECEDENTES	20
4.2 JUSTIFICACIÓN	22
4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
4.3.1 Descripción del problema	23
4.3.2 Formulación del problema	24
4.4 OBJETIVOS	26
4.4.1 Objetivo general.	26
4.4.2 Objetivos específicos.	26
4.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	27
4.5.1 Alcance	27
4.5.2 Limitaciones	27
4.6 MARCO REFERENCIAL	28
4.6.1 Marco teórico	28
4.6.2 Marco conceptual.....	30
4.6.3 Marco legal.	32
4.6.4 Marco geográfico.	34
4.7 ESTADO DEL ARTE	36
4.7.1 Nuevas tecnologías para mejorar vías terciarias	36
4.7.2 Suelo cemento, una alternativa para la construcción de vías terciarias	36
4.7.3 Importancia del mejoramiento de las vías terciarias en el país.....	38
4.7.4 Caso de éxito: pavimentación vías terciarias en Rionegro 38	38
4.7.5 Experiencias de investigación en la Universidad de los Andes en materiales para vías terciarias	39
4.7.6 Colombia detalla plan de vías terciarias	40
4.7.7 Avanza intervención de vías secundarias y terciarias en el cauca, a través del INVIAS	40

4.7.8	Propuesta técnica de mejoramiento vial de la vía terciaria que comunica a la vereda boyá i y boyá ii con el cruce de la vía principal de acceso al municipio de Somondoco, Boyacá-Colombia.....	41
4.8	METODOLOGÍA	42
4.8.1	Fase 1: Toma de datos	42
4.8.2	Fase 2: Estudios técnicos.....	43
4.8.3	Fase 3: Desarrollo documental.....	43
4.9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	46
4.10	INSTALACIONES Y EQUIPOS REQUERIDOS	47
4.10.1	Instalaciones	47
4.10.2	Equipos	47
4.11	PRESUPUESTO Y FUENTE DE FINANCIACIÓN.....	48
4.12	ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	49
5.	CAPITULO 1.....	50
5.1	CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO	50
5.1.1	Sistema social	51
5.1.2	Sistema económico	53
5.1.3	División política de Funza	55
5.2	REGISTRO FOTOGRÁFICO	57
6.	CAPITULO 2.....	61
6.1	ESTUDIO DE TRÁNSITO	61
6.1.1	Aforos.....	61
7.	CAPITULO 3.....	91
7.1	ESTUDIOS DE GEOCIENCIA.....	91
7.1.1	Climatología	91
7.1.2	Hidrogeología.....	92
7.1.3	Geomorfología	93
7.1.4	Geología	93
7.2	MATRIZ DOFA.....	100
7.3	GEORREFERENCIACIÓN.....	101
7.3.1	Señales de tránsito	122
7.4	REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO EN FUNZA-LA PUNTA.	125
8.	CAPITULO 4.....	128
8.1	CONSIDERACIONES GENERALES DE LA VIA DE ESTUDIO. 128	
8.1.1	Tipo de terreno	128
8.1.2	Velocidad de diseño	128

8.1.3	Radio mínimo	129
8.2	SELECCIÓN DEL PAVIMENTO	131
8.2.1	Selección del método de revestimiento	135
8.3	CARACTERIZACIÓN DE LA SEÑALIZACION VIAL	137
8.3.1	Requisitos de la señalización vial	137
8.3.2	Aspectos claves de la señalización	138
8.3.3	Señales Informativas	140
8.3.4	Señales Preventivas	142
8.3.5	Señales Reglamentarias	145
8.3.6	Demarcaciones	146
8.3.7	Dispositivos para peatones	148
8.3.8	Dispositivos para ciclistas	150
8.3.9	Dispositivos para motociclistas	152
8.4	ALUMBRADO PÚBLICO.	154
8.4.1	Requisitos generales de diseño de alumbrado público.	154
8.4.2	Vías vehiculares	156
8.4.3	Vías para tráfico peatonal y ciclistas	157
8.4.4	Clases de iluminación según el uso y tipo de vía.	157
8.4.5	Localización de luminarias.	158
8.4.6	Configuraciones básicas de localización de puntos de iluminación	159
8.5	MANTENIMIENTO	162
9.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	165
9.1	ESTUDIO DE TRÁNSITO	165
9.2	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.	167
9.3	DIAGNOSTICO VIAL.	168
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	173
10.1	CONCLUSIONES	173
10.2	RECOMENDACIONES	175
11.	BIBLIOGRAFÍA	177
12.	ANEXOS	182

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perfil longitudinal de la vía.....	35
Figura 2. Trayecto de vía a trabajar.....	35
Figura 3. El municipio de Rionegro (Antioquia) recupera sus vías rurales mediante	37
Figura 4. Diagrama de fases	43
Figura 5. Mapa de ubicación del sector de estudio.....	50
Figura 6. Estimación poblacional de Funza	52
Figura 7. Empresas floricultoras contiguas a la vía de estudio	57
Figura 8. Lotes baldíos contiguos a la vía de estudio.	58
Figura 9. Estado del pavimento de la vía de estudio.	58
Figura 10. Viviendas contiguas a la vía de estudio.....	59
Figura 11. Zona boscosa con alta actividad pecuaria contigua a la vía de estudio.	59
Figura 12. Empresa floricultora contigua a la vía de estudio.....	59
Figura 13. Cultivos contiguos a la vía de estudio.....	60
Figura 14. Zona de actividades pecuarias contigua a la vía de estudio.	60
Figura 15. Estación de estudio	61
Figura 16. Categorización de los vehículos	62
Figura 17. Pirámide de la movilidad.....	70
Figura 18. Distribución de ciclas y peatones los días lunes	71
Figura 19. Distribución de ciclas y peatones los días martes.....	71
Figura 20. Distribución de ciclas y peatones los días miércoles	71
Figura 21. Distribución de ciclas y peatones los días jueves	72
Figura 22. Distribución de ciclas y peatones los días viernes	72
Figura 23. Distribución de ciclas y peatones los días sábado	72
Figura 24. Distribución de ciclas y peatones los días sábado	81
Figura 25. Distribución vehicular los días lunes	83

Figura 26. Distribución vehicular los días martes.....	84
Figura 27. Distribución vehicular los días miércoles	84
Figura 28. Distribución vehicular los días jueves	85
Figura 29. Distribución vehicular los días viernes	85
Figura 30. Distribución vehicular los días sábado	86
Figura 31. Distribución vehicular los días domingo	86
Figura 32. Composición vehicular por días	89
Figura 33. Composición vehicular por horas jornada mañana	90
Figura 34. Composición vehicular por horas jornada tarde	90
Figura 35. Amenaza sísmica	93
Figura 36. Intensidad sísmica máxima observada	94
Figura 37. Intensidad sísmica esperada	94
Figura 38. Caracterización geológica de la zona de estudio	95
Figura 39. Caracterización del potencial carbonífero de la zona de estudio.....	96
Figura 40. Amenaza por movimientos en masa de la zona de estudio	97
Figura 41. Amenaza volcánica a nivel nacional	98
Figura 42. Clasificación de las tierras.	99
Figura 43. Límites municipales de Funza.	101
Figura 44. Abscisado de la vía.	102
Figura 45. Georreferenciación de la vía de estudio.	102
Figura 46. Referenciación mediante SIG, tramo número 1 de la vía de estudio	104
Figura 47. Abscisado tramo número 1 de la vía de estudio	105
Figura 48. Perfil longitudinal del tramo número 1 de la vía de estudio	105
Figura 49. Referenciación mediante SIG del PI en sentido hacia el P1	106
Figura 50. Referenciación mediante SIG del P1 en sentido al PI.....	107
Figura 51. Referenciación mediante SIG del punto número 7 del abscisado de la	108
Figura 52. Referenciación mediante SIG del punto número 7 del abscisado	

de la	108
vía, en sentido del PI.	108
Figura 53. Pontones localizados en la vía.	109
Figura 54. Vallados en costados de la vía.	109
Figura 55. Referenciación mediante SIG, tramo número 2 de la vía de estudio.	110
Figura 56. Abscisado tramo número 2 de la vía de estudio	111
Figura 57. Perfil longitudinal del tramo número 2 de la vía de estudio	111
Figura 58. Referenciación mediante SIG del P2 en sentido al P1.....	112
Figura 59. Referenciación mediante SIG del P1 en sentido al P2.....	112
Figura 60. Referenciación mediante SIG del punto número 11 del abscisado de la	113
Figura 61. Referenciación mediante SIG del punto número 11 del abscisado de la	114
Figura 62. Estancamiento de aguas lluvias en presencia de obras de drenaje.	114
Figura 63. Estancamiento de aguas lluvias en la vía.	115
Figura 64. Referenciación mediante SIG, tramo número 3 de la vía de estudio	116
Figura 65. Abscisado tramo número 3 de la vía de estudio	116
Figura 66. Perfil longitudinal del tramo número 3 de la vía de estudio	117
Figura 67. Referenciación mediante SIG del P2 en sentido al PF.	117
Figura 68. Referenciación mediante SIG del PF en sentido al P2.	118
Figura 69. Referenciación mediante SIG del punto número 34 del abscisado de la	119
Figura 70. Referenciación mediante SIG del punto número 34 del abscisado de la	119
Figura 71. Cuentas localizadas en la vía.	120
Figura 72. Estancamiento de aguas lluvias.	121
Figura 73. Acumulación de material granular en la vía.	121
Figura 74. Señales de giro en curvas.	122

Figura 75. Señales de reductores de velocidad y límite de velocidad.	123
Figura 76. Señal de paso peatonal.	123
Figura 77. Señales de tránsito en muy mal estado.	124
Figura 78. Señales preventivas horizontales 1.	144
Figura 79. Señales preventivas horizontales 2.	145
Figura 80. Disposición unilateral del alumbrado público.	160
Figura 81. Disposición central doble para alumbrado público.	160
Figura 82. Disposición bilateral alternada para alumbrado público.	161
Figura 83. Bilateral opuesta sin separador para alumbrado público.	161
Figura 84. Bilateral opuesta con separador para alumbrado público.	161
Figura 85. Mantenimiento según las especificaciones de la vía.	163
Figura 86. Mantenimiento de la capa de rodadura.	164
Figura 87. Propuesta pavimento y drenaje para el segmento vial.	172
Figura 88. Propuesta alumbrado público bilateral alternado para el segmento vial.	172

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características geográficas de la vía	34
Tabla 2. Desarrollo metodológico del trabajo de investigación	44
Tabla 3. Desarrollo metodológico del anteproyecto	45
Tabla 4. Cronograma de actividades	46
Tabla 5. Fases del proyecto	46
Tabla 6. Presupuesto para la elaboración del proyecto	48
Tabla 7. Estimación poblacional para el municipio de Funza.....	51
Tabla 8. Instituciones educativas en el municipio de Funza.	52
Tabla 9. Actividades económicas del municipio de Funza.	53
Tabla 10. Número de predios según los productores agrícolas y pecuarios del	54
Tabla 11. División Veredal del municipio de Funza	56
Tabla 12. Barrios del municipio de Funza.....	56
Tabla 13. Volumen vehicular el lunes en la mañana.....	63
Tabla 14. Volumen vehicular el lunes en la tarde.	64
Tabla 15. Volumen vehicular el martes en la mañana.	64
Tabla 16. Volumen vehicular el martes en la tarde.	65
Tabla 17. Volumen vehicular el miércoles en la mañana.	65
Tabla 18. Volumen vehicular el miércoles en la tarde.....	66
Tabla 19. Volumen vehicular el jueves en la mañana.	66
Tabla 20. Volumen vehicular el jueves en la tarde.....	67
Tabla 21. Volumen vehicular el viernes en la mañana.....	67
Tabla 22. Volumen vehicular el viernes en la tarde.	68
Tabla 23. Volumen vehicular el sábado en la mañana.....	68
Tabla 24. Volumen vehicular el sábado en la tarde.	69
Tabla 25. Volumen vehicular el domingo en la mañana.....	69
Tabla 26. Volumen vehicular el lunes en la mañana.....	70

Tabla 27. Parámetros climatológicos del municipio de Funza.....	92
Tabla 28. Matriz de análisis de estrategias DOFA	100
Tabla 29. Coordenadas, abscisas y cotas de la vía.	103
Tabla 30. Locación de los tramos viales.	104
Tabla 31. Contratos y/o convenios en ejecución red secundaria 2016-2019	125
Tabla 32. Ejecución de Metas ICCU con corte a 31 de diciembre de 2019, y ejecución física programada por meta para la vigencia 2020	126
Tabla 33. Presupuesto General del Departamento.	127
Tabla 34. Tipos de terreno.	128
Tabla 35. Velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno.	129
Tabla 36. Radios mínimos absolutos para peralte máximo $e_{\max}=6\%$ y fricción.....	130
Tabla 37. Caracterización de los tipos de pavimento.	131
Tabla 38. Guía para la ubicación de señales de prevención.....	143
Tabla 39. Clases de iluminación para vías vehiculares.....	157

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	182
ANEXO B	183
ANEXO C	185
ANEXO D	187

1. TITULO

PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA Terciaria,
LOCALIZADA ENTRE EL BARRIO VILLA PAÚL Y LA VEREDA LA PUNTA EN EL
MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA

1.1 ALTERNATIVA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

2.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN Y TECNOLOGÍA PARA LA SUSTENTABILIDAD

EJE TEMÁTICO: SANEAMIENTO DE COMUNIDADES

2. RESUMEN

En el municipio de Funza se cuenta con una alta presencia de cultivos de flores, zonas industriales, zonas de ganadería y demás. Esto ha hecho que aumente de manera desproporcionada la población del municipio, dificultando el tránsito y aumentando el tiempo de traslado de los habitantes entre el municipio de Funza y sectores aledaños, primordialmente por la alta demanda vehicular y el estado de las vías.

Este trabajo de investigación propende evidenciar la necesidad de la población que se encuentra entre la vereda La Punta y el barrio Villa Paul de Funza Cundinamarca, así mismo, dando unas recomendaciones para una futura ejecución de un proyecto en dicho sector.

Para el desarrollo de este proyecto se realizaron visitas técnicas al sitio de estudio con el objetivo de conocer las condiciones actuales de tránsito, realizar un registro fotográfico para evidenciar las problemáticas que aquejan a la comunidad. Con ayuda de los sistemas de información geográfica se caracterizaron los diferentes parámetros bien fueran de geociencia como topográficos los cuales cuenta la vía actualmente y adicionalmente se hicieron notorios las pésimas condiciones de la malla vial y las diferentes problemáticas que se generan a raíz de dicha situación.

3. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el hombre y las comunidades para crecer y evolucionar se han tenido que adaptar para responder a sus necesidades, generando cambios garantizando así comunicación, transporte, traslado de productos, entre otros aspectos. Es allí donde la Ingeniería hace un gran aporte, puntualmente desde la valoración del terreno hasta la construcción de vías que propendan por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y transportadores de los sectores que unen.

Las comunidades deben contar con vías en óptimas condiciones geométricas y de infraestructura, para lo cual el gobierno nacional ha generado proyectos de inversión público-privada llamadas también alianzas público privadas; dichas concesiones tienen el objetivo de construir vías en el territorio nacional y su constante mantenimiento.

Ahora bien, para la construcción de una vía se debe contar con una faja de terreno también conocida como derecho de vía, donde se realiza la adecuación, construcción y su pertinente funcionamiento con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo cumpliendo con niveles de seguridad, comodidad y diseño. Por otro lado, el diseño es la parte más importante para la construcción de una carretera ya que se establecen aspectos geométricos que definen el trazado de la misma con el objetivo principal de que sea funcional, estética, segura, cómoda, económica y lo más importante, no afectar su entorno ambiental. (Grisales, 2013)

Las carreteras se clasifican por diferentes características, para este proyecto se estudiará según la necesidad operacional que se divide en tres niveles, primaria, secundaria y terciaria. Además, se fundamenta en el diagnóstico de una vía terciaria, las vías terciarias son aquellas que unen cabeceras municipales con sus veredas o veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben

funcionar en afirmado, en caso de pavimentarse deben cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras secundarias.(Grisales, 2013)

El trabajo de un ingeniero civil es velar por satisfacer las necesidades de la sociedad, dicho esto se ve la necesidad de realizar un estudio de un proyecto vial para beneficiar a la población del barrio Villa Paul y la vereda La Punta, con el fin de disminuir el tiempo de traslado de los habitantes del sector, ya que esta vía de estudio se encuentra en estado inadecuado para su uso por parte de algún medio de transporte, ya sea, público o privado.(Bolívar et al., 1982)

Al contar con esta vía se permitirá la conexión entre los municipios de Funza, Mosquera, Madrid, Bojacá y Facatativá con Tabio, Tenjo, San Francisco, La Vega, Villeta en un tiempo más corto y con una reducción económica evitando pagar los dos peajes con los que cuenta actualmente la vía principal entre estos municipios.

4. GENERALIDADES

4.1 ANTECEDENTES

La vía que comunica el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta es considerada terciaria debido a las características que especifica el Instituto Nacional de Vías- INVIAS, donde aclara que las vías de tercer orden son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.(I. N. D. V. INVIAS, 2016)

El instituto de infraestructura y concesiones de Cundinamarca - ICCU elabora todos los documentos, actos y convenios necesarios con las entidades del departamento de Cundinamarca que corresponda, para iniciar el proceso de estructuración, adjudicación y contratación de nuevos proyectos de la infraestructura a su cargo; por lo anterior, el ICCU gestiona todo lo que tiene que ver con el proceso documental para el desarrollo de la infraestructura vial y de construcciones del departamento, apoyando la construcción, mantenimiento, adecuación e intervención de las vías de primer, segundo y tercer orden del departamento, así como la gestión para la construcción de hospitales, centros de salud, colegios, centros de acopio agrícola, centros deportivos, polideportivos, parques, entre otros.(ICCU, 2019)

Se radicó una carta ante el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU (ANEXO A) donde se solicitó a este organismo información con respecto a la vía que comunica el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta.

Dando respuesta al radicado (ANEXO B), se informó que la alcaldía de Funza con apoyo del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca - ICCU se encuentra adelantando actividades de rehabilitación y mantenimiento bajo un convenio interadministrativo. También se respondió que la vía en mención es

considerada de segundo orden debido a las características estipuladas por el Instituto Nacional de Vías-INVIAS donde aclara que las vías terciarias en caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.

Al adelantarse un proceso de mantenimiento a cargo del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU, solicitó al consultor hacer más eficiente el presupuesto de obra en cuanto a costos y al proceso constructivo en cuanto a tiempos, donde se garantice la calidad del proyecto. Fue necesario hacer un rediseño el cual se menciona en el anexo técnico (ANEXO C) debido a que posteriormente a los estudios geotécnicos realizados, se encontraron dificultades en el suelo natural para la ejecución de los diseños deseados, los cuales consistían en emplear aditivos en arcillas. Ya que al emplear aditivos en arcilla se buscó que este diseño se aplicará a toda la vía, debido a la complejidad del suelo natural se vio la necesidad de hacer un ajuste en el diseño por presencia de vallado en ambos costados de la vía en algunos tramos y la complejidad que presenta la vía para su sistema de desagüe.

4.2 JUSTIFICACIÓN

El objetivo fundamental de este diagnóstico, parte para la elaboración de un análisis en la vía que comunica el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta en Funza Cundinamarca, donde se incidirá en aspectos como mejorar la calidad de vida y movilidad de las personas que transitan por este sector, al igual que puede optimizar el escenario para el tránsito ya que actualmente las condiciones de la vía de estudio imposibilitan la transitabilidad de los usuarios, que va en línea con la calidad de vida de los mismos en este segmento vial.

Por tal razón este diagnóstico propende por analizar la situación actual del segmento de vía a estudiar para la posible mejora, ya que esta vía comunica a los municipios de Tabio, Tenjo, San Francisco, La Vega y Villeta que requieren de ella para optimizar tiempos de traslado de los diferentes usuarios, y a su vez, el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU cumplirá su función del desarrollo de la infraestructura vial y de construcciones del departamento.

4.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.3.1 Descripción del problema

La comunicación entre poblaciones es un aspecto muy importante ya que permite el desarrollo cultural, económico y social para las personas que habitan y transitan el sector, por lo cual es importante la ejecución de esta propuesta técnica, ya que determinará la situación actual de la vía en cuestión, en donde se analizará la información existente en las entidades públicas responsables del mantenimiento y adecuación de esta importante vía.

Por tal razón el presente estudio evidenciará la necesidad para el mejoramiento actual de este tramo, proporcionando a la comunidad la comunicación entre municipios, veredas, predios, y zonas empresariales, garantizando menores tiempos en desplazamiento y transporte.

Dadas las circunstancias vividas por los habitantes y transeúntes del sector, que son tomar una vía alterna en la que la distancia recorrida es mayor y por lo tanto el tiempo invertido en ello, ocasiona un aumento en los costos de tránsito. El horizonte del presente proyecto en primer lugar es la generación del documento base con los estudios necesarios para la mejora de la vía, en segundo lugar y de igual importancia, es evitar varios factores a la comunidad, tales como el pago de un peaje que cuesta aproximadamente \$10.200, el tránsito por esta vía ahorraría de 20 a 30 minutos de trayectoria, siendo más corto y mejor opción que tomar la vía Siberia.

La intercomunicación terrestre de la población rural del municipio de Funza Cundinamarca que comunica el barrio Villa Paul con la vereda La Punta, presentan condiciones que dificultan la movilidad con seguridad, agilidad y comodidad de acuerdo con las especificaciones que el Invías propone para las vías terrestres; el estado actual y el tipo y frecuencia de mantenimiento preventivo y o correctivo, ponen en vulnerabilidad los corredores viales rurales de la zona. Algunas de las vías

presentan deterioro de la superficie de rodadura por efectos naturales o inducidos. De igual manera se presentan situaciones que favorecen el deterioro como son la temporada invernal; durante los periodos de lluvias fuertes, el agua de escorrentía superficial arrastra el afirmado de la vía debido a que las cunetas son insuficientes para la cantidad de agua, o la geometría de la vía direcciona el agua sobre la superficie de rodadura.

Las características de los corredores viales y las condiciones atmosféricas y topográficas ocasionan aumento de los tiempos de viaje; esto encarece las condiciones de movilidad y de los vehículos que se movilizan por la zona y con ello la comercialización de productos del municipio, lo que tiene como efecto condiciones que frenan el fortalecimiento del desarrollo socioeconómico de la zona. Debido a las condiciones mencionadas se pueden identificar situaciones que se asocian con debilidades en el estado y mantenimiento de las vías de tercer orden y la necesidad de interconectar las vías para mejorar la calidad de vida de las personas mediante el funcionamiento óptimo de las mismas.

4.3.2 Formulación del problema

La vía que comunica el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta en el municipio de Funza Cundinamarca es de vital importancia ya que comunica los municipios de Tabio que cuenta con una población actual de 30.509 habitantes donde la mayor fuente de trabajo son cultura artesanal, cultivo de tubérculos, frutas, flores y hortalizas, cereales y zanahorias. (Tabio, 2020)

El municipio de Tenjo cuenta con una población actual de 20.406 habitantes donde la fuente de trabajo se basa en las actividades agropecuarias que representan el 86% de las veredas y un 32,6% de la población trabaja en el área rural del municipio. (Tenjo, 2020)

La economía del municipio de San Francisco es el desarrollo agropecuario, el turismo, la cultura y el ecoturismo. El municipio de La Vega cuenta con una

población aproximada de 13.757 habitantes los cuales se distribuyen 4.351 habitantes en el área urbana y 9.406 habitantes en el área rural comprendidos en las 27 veredas que conforman el municipio, la economía está constituida por dos sectores: el agropecuario, representado por la actividad porcina, avícola y ganadería bovina; y el agrícola destacando los cultivos de café, caña de azúcar y plátano.(Militar, 2020)

El municipio de Villeta cuenta con una población actual de aproximadamente 25710 habitantes, las fuentes de trabajo son la industria, comercio, agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Por lo cual se evidencia la necesidad de mejorar la vía dando como resultado una disminución en tiempos de traslado, el tránsito y movilidad en el sector. (Villeta, 2020)

A través de esta propuesta técnica de mejora en las condiciones de la vía se propende por mejorar las condiciones de tránsito y transporte en el sector, la vía actualmente no se encuentra en condiciones adecuadas para la circulación de los vehículos automotores, bici usuarios y peatones, entre otros elementos importantes para que haya una condición adecuada de la vía, desde los diferentes puntos de vista del área. Lo que conlleva a realizar diversos estudios propios de éste proceso técnico y de investigación que permitan conocer las características y condiciones del sitio para responder oportunamente a estas necesidades.

En el planteamiento del proyecto se busca contestar a la pregunta ¿Qué estrategia de mejoramiento de la infraestructura vial de la vía que comunica el barrio Villa Paul con la Vereda La Punta puede garantizar condiciones de movilidad para fortalecer el tráfico de vehículos, el desarrollo vial y la calidad de vida de los habitantes del municipio de Funza Cundinamarca?

4.4 OBJETIVOS

4.4.1 Objetivo general.

Plantear una propuesta técnica para el mejoramiento de la vía terciaria, localizada entre el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta en el municipio de Funza, Cundinamarca.

4.4.2 Objetivos específicos.

- ✓ Obtener la información necesaria para realizar un análisis detallado de la vía, y un diagnóstico del estado actual del corredor vial.
- ✓ Identificar las posibles estrategias que se pueden implementar con el fin de mejorar el corredor vial.
- ✓ Desarrollar el planteamiento de la posible propuesta que permita dar solución a la problemática de infraestructura vial del municipio.

4.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

4.5.1 Alcance

La presente investigación propende caracterizar las problemáticas que aquejan los usuarios de la vía que se conecta la vereda La Punta con el barrio Villa Paul de Funza Cundinamarca. Este diagnóstico se basa en contar con unas recomendaciones para un futuro diseño apropiado para satisfacer de acuerdo a la información obtenida las necesidades de un sector que requiere intervención en diferentes aspectos.

4.5.2 Limitaciones

1. La ausencia de respuesta a las cartas radicadas, por parte de los estamentos gubernamentales.
2. Debido a la emergencia sanitaria en la que se encuentra actualmente el país no se podrá realizar salidas de campo y por ende no se pueden obtener más datos de los que ya se tienen, actualmente se cuenta con una información base la cual puede ser insuficiente para una solución acorde al planteamiento del problema. No se podrán realizar actividades de campo, se cuenta con una información base la cual puede ser insuficiente para una solución acorde al planteamiento del problema.
3. Restricciones emitidas por la alcaldía municipal de Funza que dificultan la movilidad debido a la pandemia del COVID-19.
4. El presente trabajo de investigación tuvo cambio de tutor, de planteamiento y de objetivos. Esto se debe a que se aprobó el anteproyecto anterior, se desarrolló el documento, pero en la entrega final se presentaron falencias de forma y de fondo. Razón por la cual la coordinación de trabajos de grado asignó una nueva tutora, la cual redireccionó el documento con unas nuevas directrices, teniendo en cuenta que las deficiencias en la toma de datos no se podrán subsanar debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19.

4.6 MARCO REFERENCIAL

4.6.1 Marco teórico

El desarrollo económico y social de las comunidades ha estado estrechamente ligado al mejoramiento de los sistemas de transporte. Las comunidades crecen en lo cultural, en lo social y en lo económico en la medida de que existe posibilidad de comunicarse y trasladarse. Dicho en el sentido inverso, el crecimiento de una región o país puede verse limitado por insuficiencia de conectividad, ya sea al interior de la comunidad misma, como hacia otras comunidades vecinas.(Solminihaq, 2005)

Los estudios técnicos se fundamentan en el análisis de factibilidad del proyecto, también, son indicios de las condiciones naturales del suelo, del terreno y el entorno que se verán reflejados en el desarrollo de los diferentes diseños. Inicialmente, se realizan perforaciones de exploración donde varían los métodos con el mismo objetivo que es caracterizar el perfil del terreno, a su vez el comportamiento mecánico del suelo bajo diferentes esfuerzos de cargas.(Merritt, 1992a)

Estudio topográfico, se pretende contar con la localización de las zonas y vías que requieren intervención para su mejoramiento mediante el uso de coordenadas respecto a un punto georreferenciado por el instituto geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Este estudio, deberá aportar la georreferenciación del trazado a intervenir en planta y perfil, así como también la ubicación de los puntos relevantes, accesos a la vía, preexistencias, linderos, redes de servicios, obras de drenaje y otros elementos.

Estudio de suelos, es el conjunto de actividades que comprende, entre otros aspectos, la investigación de la capa que será usada como subrasante, los análisis de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras propuestas, y las recomendaciones orientadas a garantizar, desde el manejo de suelos, un comportamiento adecuado de la estructura. A partir de estos estudios se determina la capacidad de soporte del suelo y la caracterización del mismo. Es necesario

verificar que la capacidad de soporte del material que será considerado como subrasante alcance un valor mayor al 3% como resultado del ensayo de cbr definido en las especificaciones del Instituto Nacional de Vías- INVÍAS.

Estudio de tránsito, es necesario verificar los volúmenes vehiculares en los tramos a considerar para el proyecto con el fin de identificar que la circulación de vehículos se mantiene en lo considerado como tránsito bajo. Para realizar esta verificación, este estudio requiere la realización de aforos vehiculares en puntos definidos en el diagnóstico técnico con el objeto de medir los volúmenes de tránsito sobre el o los tramos del proyecto, en ambos sentidos de circulación.(Planeación & Públicas, 2018)

Ante la planeación de proyectos de infraestructura de una envergadura a nivel regional se caracterizan por poseer varios entes gubernamentales inmiscuidos en la planeación, el desarrollo y la entrega del proyecto cumpliendo los objetivos planteados. Las agencias de planeación regional regularmente son comisiones independientes o consultorías de gobierno, con autoridad limitada y con carácter esencialmente consultivo. Las agencias de planeación regional son gobernadas por un cuerpo de representantes, nombrado por lo común por unidades de gobierno de la región.(Merrit, 1992c)

Para caracterizar una vía independiente se debe tener en cuenta la interacción de varios factores como el conductor, el vehículo, el tráfico, el medio ambiente, entre otros. Se debe disponer de elementos de seguridad en las carreteras para evitar la frecuencia de los accidentes, siendo algunos de ellos, los controles de acceso, barreras, parámetros de diseño (pendiente, peralte, pavimento, acotamientos, etc.).(Merrit, 1992c)

Toda construcción de ingeniería que descansa sobre la tierra debe ser transportada por una base. La base es la parte de un sistema de ingeniería que transmite a, y dentro, las tensiones subyacentes del suelo, excepto en la superficie

del suelo, además de las que existen actualmente en la masa terrestre a partir del peso propio del material y la historia geológica(Bowles, 1988)

Hoy en día además de priorizar aspectos ambientales, manejo de presupuestos, recursos naturales y optimización de tiempos, los ingenieros civiles deben considerar el manejo adecuado de la información cartográfica ya que bajo este aspecto rige el diseño geométrico de carreteras y se incluyen características fundamentales del proyecto como los ya mencionados, siendo el de mayor relevancia la adquisición de predios que influye en el presupuesto y afecta en gran medida la ejecución del proyecto. Para visualizar de forma más detallada las disposiciones físicas de un terreno (la cartografía) se cuenta con apoyos tecnológicos como lo son los sistemas de información geográfica (SIG) los cuales relacionan el espacio físico con herramientas informáticas bien sea programas o software. En los SIG los usuarios pueden crear, integrar, analizar y representar de una forma eficaz cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio. Esta información geográfica se encuentra agrupada a un componente espacial, es decir, una ubicación y características que atribuyen con más detalles información acerca del elemento en cuestión. (Geoinnova, 2019)

4.6.2 Marco conceptual

Ingeniería civil: la planificación y construcción de cosas que no se utilizan con fines religiosos o militares, como carreteras, puentes y edificios públicos.(Dictionary, 2019)

La carretera: una carretera es la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de vehículos para los cuales ha sido acondicionada.(Crespo, 2017)

Carreteras terciarias o de tercer orden: son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. Si se

pavimenta deben cumplir con las condiciones geométricas de las secundarias(Grisales, 2013)

Carreteras distritales y municipales: son aquellas vías urbanas y/o suburbanas y rurales a cargo del distrito o municipio.(Grisales, 2013)

Carreteras veredales o caminos vecinales: son aquellas vías a cargo del instituto nacional de vías y de los municipios. Forman la red terciaria de carreteras.(Grisales, 2013)

Carreteras de dos carriles: constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes.(Grisales, 2013)

Carreteras en terreno plano: es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Exigen mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presentan dificultad ni en el trazado ni en la explanación.(Grisales, 2013)

Calzada: la parte de una carretera o puente dedicada al uso de vehículos, incluidos arcenes y carriles auxiliares.(Mainroads, 2011)

Topografía: se encarga de medir y representar gráficamente una porción de tierra más o menos extensa, ocupándose de detalles de planimetría y altitud.(Zurita, 1974)

Topografía geodésica: toma en cuenta la curvatura de tierras. Se aplica idealmente para superficies de terreno grandes, longitudes largas y la localización precisa de puntos básicos apropiados para controlar otros tipos de topografía.(Meritt, 1992b)

Ingeniería de tránsito: es aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por las

calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte.(Spíndola, 2016)

Sistemas de información geográfica: un sistema de información geográfica (SIG) es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente (ESRI, n.d.)

AutoCAD: es una aplicación de software de dibujo asistido por ordenador (CAD). Este programa permite hacer dibujos precisos en 2 y 3 dimensiones que se utilizan como parte de un desarrollo y montaje. (Torrijos, 2019)

Civil 3D: es una solución de diseño y documentación para ingeniería civil que admite flujos de trabajo de BIM (Building Information Modeling). El software AutoCAD Civil 3D ayuda a los profesionales de las infraestructuras a conocer mejor el rendimiento de los proyectos, a mantener datos y procesos más coherentes, y a reaccionar con mayor rapidez ante los cambios.(Autodesk, n.d.)

Diseño de la sección transversal: definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal.(I. N. D. V. – INVIAS, 2018a)

4.6.3 Marco legal.

El Municipio de Funza es una Entidad Territorial cuya naturaleza se encuentra reconocida en el artículo 286 de la Constitución Política Nacional; posee personería jurídica, la Carta Política le confiere autonomía Política, fiscal y administrativa.(Constituyente, 1991a)

Al Municipio de Funza al igual que a los demás Municipios del país le corresponde, según el artículo 311 de la Constitución Política Nacional, prestar los

servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo del territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de los habitantes y cumplir las demás funciones asignadas por la Constitución y la Ley. (Constituyente, 1991b)

Esta propuesta técnica e investigativa cuenta con un sustento normativo para cumplir con los requerimientos normativos establecidos por entes estatales como parámetros de diseño. La normativa por la cual se rige este diagnóstico es el siguiente:

- ✓ Ley 105 de 1993: por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la nación y las entidades territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.
- ✓ Resolución 0001376 de 2014 emitida por el ministerio de transporte: por la cual se actualizan las Especificaciones Generales de Construcción para carreteras.
- ✓ Resolución 07106 de 2009 emitida por el INVIAS: por la cual se adopta la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura - subsector vial - como instrumento de autogestión y autorregulación
- ✓ Resolución 00744 de 2009 emitida por el INVIAS: por la cual se actualiza el manual de diseño geométrico para carreteras.
- ✓ Decreto 1682 de 2013: por la cual se adoptan medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y se conceden facultades extraordinarias.
- ✓ LEY 715 DE 2001 en su artículo 76 establece que es responsabilidad de los municipios, directa o indirectamente, con recursos propios, del Sistema General de Participaciones u otros recursos, promover, financiar o cofinanciar proyectos de interés municipal y en especial construir y conservar la infraestructura municipal de transporte.
- ✓ LEY 336 DE 1996 velar por la construcción, conservación y protección de las vías urbanas y suburbanas de su jurisdicción.
- ✓ PND 2014 - 2018 define que la movilidad urbana como la interurbana de corta distancia constituyen un eje articulador para incrementar la calidad de vida, el desarrollo económico y la competitividad de las ciudades.

4.6.4 Marco geográfico.

El trabajo de investigación se desarrolla en el municipio de Funza que pertenece a la gobernación de Cundinamarca. Este municipio pertenece a la provincia de la Sabana de Occidente la cual se encuentra a 15Km del centro de la ciudad de Bogotá. En sentido norte tiene límites con los municipios de Madrid y Tenjo, por el sentido occidental con el municipio de Madrid, en su sentido oriental limita con el municipio de Cota y la ciudad de Bogotá y por su sentido sur limita con el municipio de Mosquera. Cuenta con una superficie total de 70Km², donde su extensión urbana es tan solo de 4Km² y los 66Km² restantes pertenecen al área rural del municipio. Se encuentra a una altitud promedio de 2548 m.s.n.m.(Funza, 2017b)

El proyecto se desarrolla entre el barrio Villa Paúl y la vereda de La Punta del municipio de Funza Cundinamarca, donde se contemplan algunas zonas rurales que se encuentran intermedias entre estos dos lugares. La localización de los puntos que se encuentran en la figura 2 está comprendida por las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 1. Características geográficas de la vía

PUNTO	Abscisa	Locación	Coordenadas		Elevación(m)
			Norte	Este	
PI	K0+000	Villa Paul	586354,61	523214,73	2555
P1	K 1 + 928,13	San Francisco	585681,45	524926,94	2557
P2	K 5 + 556,81	La Perca	586426,09	528288,01	2565
PF	K 8 + 668,16	La Punta	587629,49	530630,55	2572

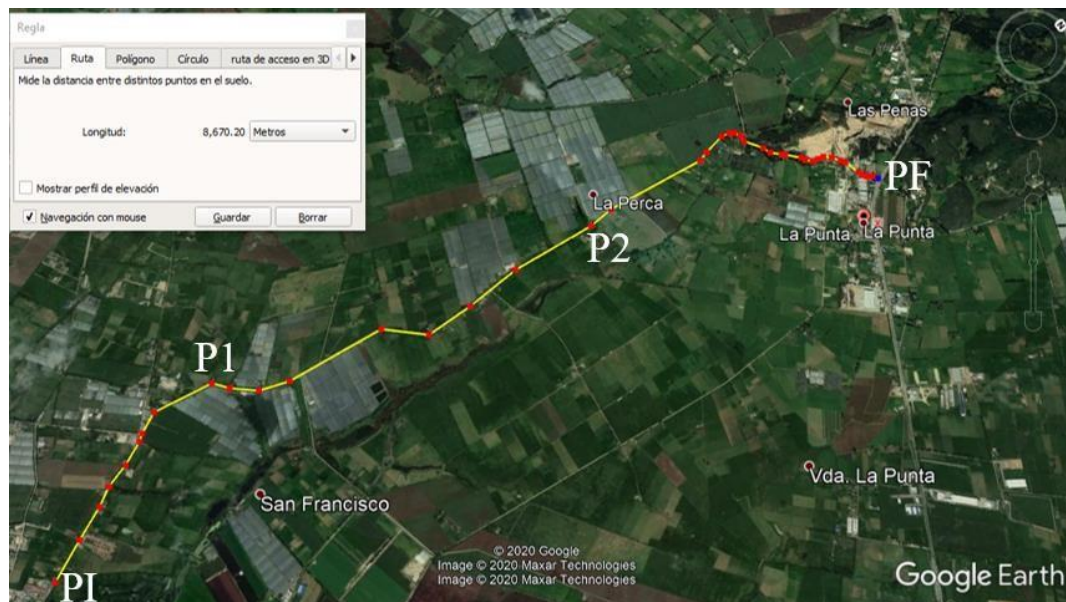
Fuente: Autores

Figura 1. Perfil longitudinal de la vía.



Fuente: Google Earth

Figura 2. Trayecto de vía a trabajar



Fuente: Google Earth

El proyecto tendrá una extensión de 8,668 km donde se encuentra rodeado de diferentes sectores económicos, bien sea producción pecuaria o agricultura, y a su vez, los diversos modos de desplazamiento que suceden en esta vía.

4.7 ESTADO DEL ARTE

4.7.1 Nuevas tecnologías para mejorar vías terciarias

Nueve compañías hicieron una prueba piloto en tramos ubicados en el Putumayo, con lo que buscan hacer más eficiente la pavimentación de carreteras apartadas. Solo el 24% de las vías terciarias en el país está en buen estado, según estimaciones del departamento nacional de planeación (DNP), y la entrada en una etapa de posconflicto hace más urgente mejorar estos tramos.

Además de los planes que el gobierno está implementando para modernizar el estado de dichas vías, que tienen una extensión de 166.000 kilómetros, también se están buscando mecanismos para que se puedan utilizar tecnologías alternativas en el proceso de estabilización del suelo, de tal manera que algunos procedimientos sean más rápidos y eficientes.(González, 2018)

4.7.2 Suelo cemento, una alternativa para la construcción de vías terciarias

La aplicación del cemento uso estabilización de suelos argos permite mejorar la resistencia, la duración y la sostenibilidad de la estructura de pavimento, e incide en la reducción de costos asociados a la construcción y el mejoramiento de la infraestructura vial. Con el direccionamiento estratégico de innovar y trabajar por la sostenibilidad, y gracias a más de cinco años de trabajo en asocio con la academia, los gremios y entidades estatales, argos identificó que el suelo cemento se ajusta a las necesidades de cualquier tipo de infraestructura vial y es una excelente alternativa para la estabilización de las vías terciarias.(Argos, 2017)

Figura 3. El municipio de Rionegro (Antioquia) recupera sus vías rurales mediante la tecnología de suelo cemento.



Fuente: Argos, 'Suelo Cemento, Una Alternativa Para La Construcción de Vías Terciarias', 2017 <<https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Innovacion/Suelo-cemento-construccion-vias-terciarias>>

Esta tecnología mezcla los suelos locales con cemento, mejorando sus características físicas, mecánicas y químicas, para que puedan ser empleados como estructura de soporte para el pavimento. En Colombia la técnica de estabilización de vías se implementa desde hace más de sesenta años en puertos, aeropuertos, proyectos concesionados y carreteras de todo tipo.(Argos, 2017)

4.7.3 Importancia del mejoramiento de las vías terciarias en el país

Las vías secundarias y terciarias juegan un papel importante en la integración nacional, regional y local, y además facilitan el acceso a la vida nacional de comunidades remotas y aisladas. Estas vías en su conjunto, representan cerca del 92% del total de la malla vial nacional. (Ospina, 2019).

Este tipo de vías constituye el 70% de la red vial de Colombia, de ahí la importancia de su estabilización para contribuir a:

- ❖ Mejorar la calidad de vida de los campesinos.
- ❖ Dinamizar la economía rural
- ❖ Reducir los costos de transporte.
- ❖ Agilizar la distribución de los productos y aumentar las ganancias por este concepto.
- ❖ Incrementar la competitividad en los mercados regionales y mundiales.
- ❖ Facilitar el acceso a la educación, la salud y los servicios públicos en zonas rurales.

4.7.4 Caso de éxito: pavimentación vías terciarias en Rionegro

Este municipio del oriente de Antioquía evaluó múltiples alternativas que permitieron concluir que el suelo cemento y el cemento uso estabilización de suelos eran la mejor opción, en materia de costos, resistencia, duración y sostenibilidad, para la pavimentación de vías terciarias. Argos hizo diferentes pruebas para enseñar el proceso constructivo y de aplicación y medir el desempeño del suelo cemento.

Con los recursos estimados para ejecutar un kilómetro de vía fue posible construir entre 4 y 5 kilómetros utilizando la tecnología de suelo cemento. Otras obras que se construyen con suelo cemento:

- ❖ Puertos de Mamonal y Cartagena.
- ❖ Concesiones: autopista de las américas, del café, alto magdalena 4g y

pacífico II.

- ❖ Aeropuertos: el dorado (Bogotá), Rafael Núñez (Cartagena) y san Luis (Ipiales).
- ❖ Vías: San Marcos – Majagual (cesar). Carmen de bolívar – montes de maría (bolívar), Dabeiba – Santafé de Antioquía (Antioquía) y vías locales en barranquilla.(Argos, 2017)

4.7.5 Experiencias de investigación en la Universidad de los Andes en materiales para vías terciarias

Dentro de las investigaciones relacionadas con temas de infraestructura vial, la Universidad de los Andes, a través del grupo de geo materiales y sistemas de infraestructura (GeoSI) del departamento de ingeniería civil y ambiental, ha realizado varios proyectos relacionados con la caracterización de materiales convencionales y no convencionales para el empleo en vías terciarias.

En el año 2011, el grupo de investigación GeoSI de la Universidad de los Andes realizó un nuevo estudio sobre el material de mapia de la mina Isaza. El proyecto, que fue financiado por el consorcio Consol s.a., tenía dentro de sus objetivos realizar una caracterización completa del material para determinar la variabilidad del material y sus potenciales usos en diferentes tipos de proyectos viales.

Las redes de infraestructura vial existentes en el departamento del vichada son, en su mayoría, vías terciarias de comunicación departamental e interdepartamental. De acuerdo con el plan vial departamental del vichada para el periodo 2011-2019, en la actualidad se transportan 500 toneladas de carga pesada por mes por las vías del departamento. No obstante, el estado actual de la malla vial terciaria de este departamento es bastante deficiente debido a la inclemencia del clima y al tipo de vehículos que circulan por estas vías. (Caro & Caicedo, 2017)

4.7.6 Colombia detalla plan de vías terciarias

El viceministro de infraestructura de Colombia, entregó más detalles sobre el plan del gobierno que busca desarrollar vías terciarias en zonas del país que se vieron afectadas por el conflicto armado con la guerrilla de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC).

"una de las causas del conflicto es la falta de conectividad que nos ha impedido llevar al estado a muchas zonas y que también impidió que los campesinos saquen sus productos legales de sus regiones. Una buena vía le permite al estado llevar salud, seguridad, educación", comentó Zaninovich.(Américas, 2017)

4.7.7 Avanza intervención de vías secundarias y terciarias en el cauca, a través del INVIAS

- ❖ En vías de la red terciaria y secundaria, se atenderán 10 kilómetros en 18 municipios, con recursos por \$100.000 millones provenientes del Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD PAZ), obras por impuestos y del programa Colombia rural.
- ❖ En 2019 y 2020 el gobierno nacional invertirá más de \$147.000 millones en obras de infraestructura vial en el departamento del cauca.
- ❖ Desde agosto de 2018 el Invías, ejecuta intervenciones prioritarias de transitabilidad y mantenimiento en el cauca con más de 400 microempresarios y 7 administraciones viales con una inversión de \$23.000 millones.(INVIAS, 2019)

Ha sido de gran importancia construir y mejorar sistemas viales de alta calidad en para acomodar las necesidades de la sociedad. Mediante la combinación de un sistema de tráfico bien diseñado, estructura vial adecuada y diseño geométrico, se puede construir la autopista óptima. Mejoras en los sistemas de carreteras se logran en varios sectores del diseño de carreteras, como intersecciones más seguras, más

pavimentos duraderos, mejor comprensión del rendimiento de los vehículos, etc.(Srnová, 2017)

4.7.8 Propuesta técnica de mejoramiento vial de la vía terciaria que comunica a la vereda boya i y boya ii con el cruce de la vía principal de acceso al municipio de Somondoco, Boyacá-Colombia.

Las vías terciarias son indispensables en la integración nacional, regional, local, y a su vez facilitan el acceso a la vía nacional de comunidades remotas y aisladas. Estas vías representan aproximadamente 92% del total de la malla vial nacional. Por lo anterior en Colombia el desarrollo vial está a cargo de la nación, los departamentos y los municipios.

El desarrollo de la infraestructura vial es prioridad para el desarrollo de un municipio, por ello el mantenimiento de la red vial local y la construcción de las vías terciarias es indispensable para la interconexión entre las veredas, las cabeceras municipales, y las carreteras departamentales, teniendo características de altas pendientes, vías angostas, y un promedio de tránsito inferior a 30 vehículos por día, viéndose afectado el crecimiento agrícola por el poco desarrollo de la infraestructura. (M. Coba & Guerrero, 2018)

4.8 METODOLOGÍA

La propuesta que se desarrollará es de tipo técnica y profesional, ya que requiere de información base suministrada por entes estatales y los datos recolectados por el grupo de trabajo. Los proyectos de infraestructura de transporte a cargo del INVIAS deben pasar por tres etapas de desarrollo, para su ejecución, definidas en el Manual de Servicios de Consultoría para Estudios y Diseños, Interventoría de Estudios y Diseños y Gerencia de Proyectos en INVIAS como:

- Etapa de Pre-inversión: Incluye todas las actividades necesarias de concepción, planeación, estudios y diseños, desde la Identificación de la Necesidad hasta la obtención de los diseños y planos definitivos, necesarios y suficientes para construcción.
- Etapa de Inversión: Incluye todas las actividades necesarias y suficientes para la construcción de las obras del proyecto, hasta su entrada en operación.
- Etapa de Operación: Incluye todas las actividades necesarias para operar y mantener las obras del proyecto, desde su entrada en operación o servicio, hasta el final de su vida útil.(I. N. D. V. – INVIAS, 2018b)

En tal sentido, este proyecto se desarrollará de acuerdo a las siguientes etapas:

4.8.1 Fase 1: Toma de datos

- ✓ Visita al sector de estudio para realizar registro fotográfico de las condiciones viales actuales.
- ✓ Recolección de información respecto al segmento vial de estudio por parte del ente estatal que está a cargo de la vía.

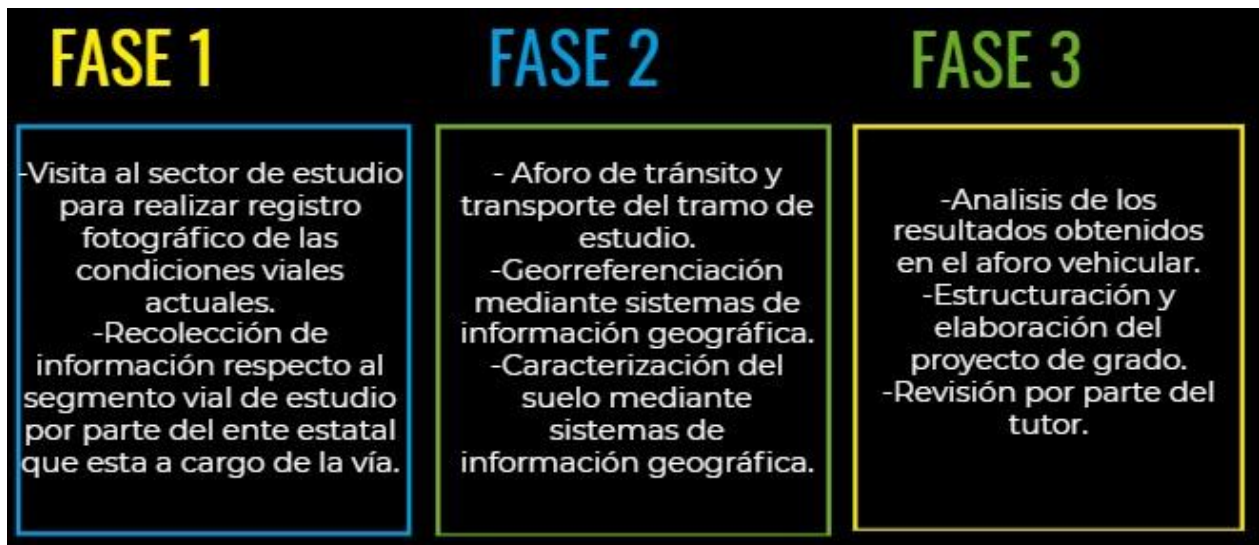
4.8.2 Fase 2: Estudios técnicos.

- ✓ Aforo de tránsito y transporte del tramo de estudio.
- ✓ Georreferenciación mediante sistemas de información geográfica.
- ✓ Caracterización del suelo mediante sistemas de información geográfica.

4.8.3 Fase 3: Desarrollo documental

- ✓ Análisis de los resultados obtenidos en el aforo vehicular.
- ✓ Estructuración y elaboración del proyecto de grado.
- ✓ Revisión por parte del tutor.

Figura 4. Diagrama de fases



Fuente: Autores

En la siguiente tabla se evidencia detalladamente el desarrollo del contenido del trabajo de investigación. De acuerdo a la situación descrita en las limitaciones se presenta la tabla con las fechas en las que fueron realizadas dichas actividades originalmente.

Tabla 2. Desarrollo metodológico del trabajo de investigación

Etapa del proyecto	Fecha de ejecución	Actividad
Recopilación de Información	27/09/2019	Consulta del contenido teórico del cual se basa la investigación, análisis de caso, trazabilidad del proyecto y definición de alcances y objetivos que propende la investigación
	29/10/2019	Se radico una carta ante el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca ICCU con el objetivo de conocer si se estaba adelantando alguna fase de un proyecto (prefactibilidad, factibilidad o ejecución) que interviniera el sector de estudio.
Propuesta	6/11/2019	Entrega propuesta de trabajo de investigación
Fase documental	8/01/2020	Se realizó una visita al lugar donde es desarrollado el proyecto, tomando evidencia fotográfica para identificar y conocer las diferentes zonas laborales con las que cuenta este sector, también se identificó la flora y fauna presente en el lugar y así poder desarrollar los diferentes impactos que pueda llegar a tener el proyecto
	11/01/2020	Se realizó el primer aforo vehicular tomado en la abscisa K1 + 432.54 en los horarios de 2:00PM-2:15PM y 3:00PM-3:15PM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	12/01/2020	Fue realizado el segundo aforo vehicular tomado en la abscisa K2 + 581.12 en los horarios de 1:30PM-1:45PM y 1:45PM-2:00PM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	13/01/2020	Se realizó el tercer aforo vehicular tomado en la abscisa K4 +768.91 en los horarios de 1:00AM-10:15AM y 11:00AM-11:15AM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	14/01/2020	El cuarto aforo vehicular fue llevado a cabo en la abscisa K6 +769.62 en los horarios de 8:30AM-9:00AM y 9:00AM-9:30AM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	15/01/2020	Se realizó el quinto aforo vehicular en la abscisa K7 +627.14 en los horarios de 7:00AM-7:30AM y 7:30AM-8:00AM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	16/01/2020	El sexto aforo vehicular fue realizado en la abscisa K8 +332.79 en los horarios de 4:30PM-5:30PM y 5:30PM-6:30PM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	17/01/2020	Se realizó el séptimo y último aforo vehicular en la abscisa K8 +592.21 en los horarios de 11:30AM-12:30PM y 12:30PM-1:30PM diligenciando el formato general para realizar los respectivos cálculos y análisis
	7/02/2020	Consulta de características geológicas del proyecto mediante la plataforma del Sistema Geológico Colombiano
	9/02/2020	Con ayuda del programa de georreferenciación Google Earth se ubicó el proyecto, caracterizando su extensión y puntos intermedios para su estudio.

Análisis de la información	11/02/2020	Los datos obtenidos por el estudio de tránsito (aforo vehicular) fueron llevados a cabo en los cálculos realizados de volumen de tránsito de vehículos mixtos y volumen de tránsito por cada actor vial (peatones, bicicletas, motos, vehículos privados, buses, caminos y a van) por cada día durante las diferentes horas en las que fueron tomados los datos
	12/02/2020	Los datos obtenidos por el estudio de tránsito (aforo vehicular) fueron llevados a cabo en los cálculos realizados de Transito Promedio Diario (TPD) por los siete días de la semana en los que fueron tomados estos datos
	13/02/2020	Los datos obtenidos por el estudio de tránsito (aforo vehicular) fueron llevados a cabo en los cálculos realizados de Factor de la Hora de Máxima demanda (FHMD) durante cuatro lapsos de hora diferentes por una hora
	13/03/2020	El análisis de los cálculos obtenidos por los aforos vehiculares de Volumen de vehículos mixtos, volumen por cada actor vial, cálculo del tránsito promedio diario (TPD) por los siete días de la semana y el cálculo de Factor de la Hora de Máxima demanda (FHMD) durante cuatro lapsos de hora diferentes por una hora fueron realizados.
Fase Final	10/05/2020	Análisis, conclusiones y recomendaciones de la investigación con los respectivos fundamentos teórico prácticos desarrollados anteriormente.
	22/05/2020	Entrega del documento de trabajo de investigación

Fuente: Autores

Tabla 3. Desarrollo metodológico del anteproyecto

Etapa del proyecto	Fecha de ejecución	Actividad
Recopilación de Información	15/08/2020	Consulta del contenido teórico del cual se basa la investigación, análisis de caso, trazabilidad del proyecto
	19/08/2020	Definición de alcances y objetivos que propende la modificación de la investigación
Propuesta	2/09/2020	Entrega propuesta de trabajo de investigación

Fuente: Autores

4.9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 4. Cronograma de actividades

Actividad \ Semana	Agosto		Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre	
	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Organización y orientación del proyecto																
Recopilación de información teórica																
Identificación de la zona de estudio																
Estudios complementarios																
Caracterización de la zona																
Recopilación de información geográfica																
Elaboración del documento																
Acompañamiento del tutor																
Correcciones																
Entrega del informe final																
Sustentación																

Fuente: autores

Tabla 5. Fases del proyecto

Fase 1: Toma de datos in situ	
Fase 2: Analisis de datos, desarrollo del proyecto	
Fase 3: Entrega del producto final	

Fuente: autores

4.10 INSTALACIONES Y EQUIPOS REQUERIDOS

4.10.1 Instalaciones

Las instalaciones requeridas para el desarrollo de cada objetivo trazado en este proyecto serán las salas de cómputo con las que cuenta la Universidad Católica de Colombia.

4.10.2 Equipos

Se requieren de computadores para el desarrollo documental de este diagnóstico y una cámara fotográfica para evidenciar las condiciones las cuales se encuentra el sitio. Adicionalmente dichos computadores deberán contar con el software de sistemas de información geográfica Google Earth, el programa de diseño asistido por computador AutoCAD y los programas ofimáticos Word, Excel y Power Point.

4.11 PRESUPUESTO Y FUENTE DE FINANCIACIÓN

Tabla 6. Presupuesto para la elaboración del proyecto

PRESUPUESTO		
Descripción	Ingresos	Egresos
1. Ingresos		
1.1. Auxilio o patrocinio para la elaboración del trabajo.	\$0	\$0
1.2. Recurso propio	\$1.000.000	\$0
2. Egresos		
2.1. Recurso humano		
2.1.1. Auxiliares para apiques	\$0	\$250.000
2.2. Equipo		
2.2.1. Pica	\$0	\$40.000
2.2.1. Pala	\$0	\$40.000
2.3. Materiales	\$0	\$0
2.3.1. Papeleria	\$0	\$50.000
2.4. Transporte		
2.4.1. Servicio de taxi	\$0	\$90.000
2.4.1. Servicio de bus	\$0	\$40.000
2.5. Pruebas de Laboratorio		
2.5.1. Imprevistos	\$0	\$130.000
2.6. Imprevistos	\$0	\$110.000
2.7. Alimentación	\$0	\$250.000
Totales	\$1.000.000	\$1.000.000

Fuente: Autores

4.12 ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

- ✓ Evento de socialización de trabajos de grado.
- ✓ Documento entregado a la Biblioteca de la Universidad Católica de Colombia.

5. CAPITULO 1

5.1 CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE ESTUDIO

El sector de estudio se encuentra comprendido entre el barrio Villa Paul del municipio de Funza Cundinamarca y la vereda La Punta, en la figura 5 se evidencia el área que comprenden estos dos sectores que colindan entre sí.

Figura 5. Mapa de ubicación del sector de estudio.



Fuente: Google Earth

Tanto el municipio de Funza como la vereda La Punta pertenecen al departamento de Cundinamarca donde en este predomina la diversidad de pisos térmicos que le permiten contar con gran variedad de ecosistemas, climas, flora y fauna; y su riqueza cultural se evidencia en etnias, folclore, cultura, gastronomía, música e idiosincrasia. Todas estas manifestaciones permiten que en el departamento se puedan practicar tipologías de turismo como agroturismo, turismo

de salud, de aventura, turismo religioso, convirtiéndolo en un destino ideal para visitar (Travel, 2018)

5.1.1 Sistema social

✓ Población

Según una proyección poblacional realizada por la gobernación de Cundinamarca para los periodos comprendidos entre 2012 al 2014 el municipio de Funza basados en los censos de 1993 y 2005, el municipio cuenta con una estimación aproximada la cual se expresa en la tabla 7, donde se desglosa la información por género y la suma que corresponde al total de habitantes en el municipio en dicho año. (Cundinamarca, 2013)

Tabla 7. Estimación poblacional para el municipio de Funza

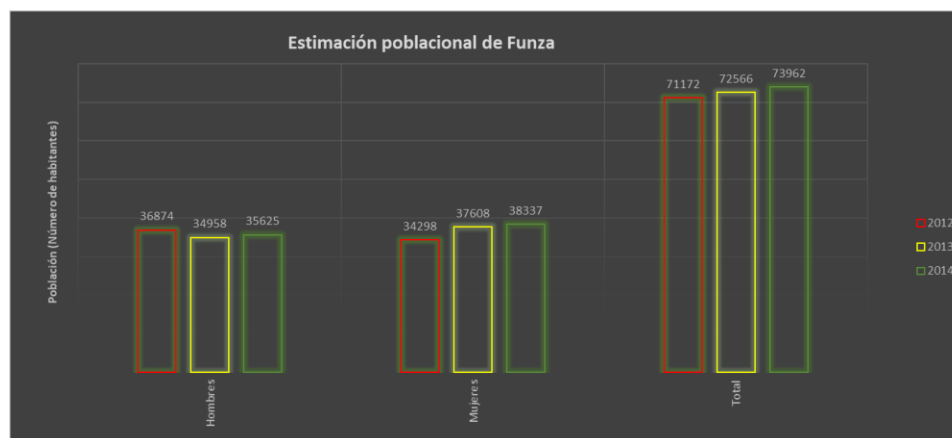
Municipio	2012			2013			2014		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Funza	36874	34298	71172	34958	37608	72566	35625	38337	73962

Fuente: Gobernación de Cundinamarca, 'ASPECTOS DEMOGRÁFICOS', in Estadísticas de Cundinamarca, 2013, p. 20

<http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/bff517bb-e051-4c3d-b4f5-48016387f71f/Cap_02.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kNRnl.O>.

En la tabla 7 se refleja un crecimiento promedio aproximado de 1.300 habitantes por año en el municipio de Funza Cundinamarca que colinda con la vereda La Punta, lo que implica que así mismo aumente el desarrollo en todos los aspectos el municipio, entre ellos, el urbanístico que conlleva a un aumento tanto de la oferta como de la demanda vial.

Figura 6. Estimación poblacional de Funza



Fuente: Autores

✓ Educación

El municipio de Funza cuenta con instituciones privadas y públicas que ofertan preescolar, básica primaria, básica secundaria y educación media tanto en zonas urbanas como rurales, adicionalmente se cuenta con instituciones de educación para el trabajo y desarrollo humano las cuales ofertan diferentes programas académicos que también cuentan con presencia urbana y rural, dicha presencia se especifica a continuación.(Funza, 2019)

Tabla 8. Instituciones educativas en el municipio de Funza.

Tipo de Institución	Sector	Cantidad	Total por tipo de institución
Pública	Urbano	18	22
	Rural	4	
Privada	Urbano	37	40
	Rural	3	
Educación para el trabajo y desarrollo humano	Urbano	12	16
	Rural	4	
Total por sector	Urbano	67	78
	Rural	11	

Fuente: Alcaldía Municipal de Funza, 'Instituciones Educativas', 2019
<<http://www.semfunza.gov.co/instituciones-educativas>>.

Según los registros de la secretaria de educación del municipio de Funza se cuenta con una alta presencia de instituciones educativas en zonas urbanas, donde es más notorio los entes privados.

5.1.2 Sistema económico

- ✓ La cabecera municipal: se conforma en gran medida por comercio al por mayor y al detal, los servicios y las industrias manufactureras. A continuación, se detalla la actividad económica y su participación porcentual en el municipio. Nuestro Municipio' <<http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>>.

Tabla 9. Actividades económicas del municipio de Funza.

Actividad	Número de Establecimientos	% Participación
Industria Manufacturera	154	12,24%
Comercio y servicios	1098	87,28%
Servicios financieros	6	0,48%
Total	1258	100,00%

Fuente: Nuestro Municipio' <<http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>>

La actividad de comercio y servicios se subdivide por las tiendas mayoristas y el comercio al detal, donde las tiendas mayoristas aportan un 35,9% que equivale aproximadamente a 393 locales, y el comercio al detal corresponde a un 36,4% que son aproximadamente 398 negocios. La demanda de estos establecimientos se centra en los mismos habitantes del municipio, en gran medida la cabecera.

Lo que corresponde a la rama de los servicios predominan los restaurantes, las fruterías y las peluquerías, representando el 13,4% del total de establecimientos.

La industria manufacturera hace un aporte a la economía del 12,24% con 154

unidades económicas. Y por último se encuentra la actividad financiera la cual genera un aporte del 0,48% con una participación de 6 organizaciones. (Funza, 2017b)

- ✓ Economía rural: su fundamento es la producción agrícola y pecuaria, las cuales se constituyen por pequeños, medianos y grandes productores. La distribución predial se desglosa en la siguiente tabla.

Tabla 10. Número de predios según los productores agrícolas y pecuarios del municipio de Funza.

Productores	Número de Predios	% Participación
Pequeños	375	41,57%
Medianos	510	56,54%
Grandes	17	1,88%
Total	902	100,00%

Fuente: Nuestro Municipio' <<http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>>

Las unidades prediales se consideran pequeñas cuando su extensión sea inferior a una hectárea, cuya representación en este municipio es de 375 predios que corresponde al 41,57% del total de productores.

Las unidades prediales medianas se encuentran representadas por un total de 510 predios, los cuales generan un aporte del 56,54% al total de productores, los predios que entren en esta clasificación son aquellos que su extensión sea inferior a 50 Hectáreas.

Finalmente se encuentran los predios grandes que se caracterizan por contar con una extensión superior a las 50 Hectáreas, de estas unidades prediales el municipio cuenta con 17 los cuales son el 1,88% del aporte de estos productores.

El uso del suelo en la zona rural se caracteriza por la alta oferta en ganadería,

agricultura, producción de hortalizas y flores.(Funza, 2017b)

- ✓ Producción pecuaria: El municipio de Funza cuenta con la producción de especies mayores y menores. Las especies mayores en producción son los bovinos (ganado de leche), seguidos por los porcinos, equinos, conejos, el asnal y las aves. En las veredas el Cacique, el Hato, el Coclí, La Isla y la Florida se concentra la producción lechera donde predomina la raza Hosltein cuya producción es de 11 litros diarios en promedio.
- ✓ Producción agrícola: Esta producción en el municipio se centra en papa, maíz, repollo, lechuga, zanahoria y arveja donde la mayoría de estos cultivos se encuentran localizados en las veredas Siete Trojes, el Hato y la Florida. La mayoría de los productos son distribuidos en la plaza mayorista de Corabastos y en menor proporción en plazas de mercado de los municipios de Funza y Facatativá.

5.1.3 División política de Funza

El territorio de este municipio se subdivide entre urbano y rural donde la extensión urbana es de 4 km² y la extensión rural de 66 km², para un total de 70 km². Donde en su zona rural se caracteriza por la producción agrícola y pecuaria y la zona urbana se encuentra en gran medida representada por viviendas y en algunas zonas por el comercio.

Adicionalmente el municipio cuenta con humedales los cuales son la principal fuente de abastecimiento de agua del municipio, estos humedales cuentan con un área de 186,4 Hectáreas del área total del municipio siendo así, el 2,7% de la superficie total.

El municipio de Funza cuenta con 6 veredas en su zona rural, que se mencionan en la tabla 11. Y su casco urbano se subdivide en 33 barrios los cuales se mencionan en la tabla 12. Datos que fueron obtenidos de una identificación del suelo urbano y rural de expansión, identificación y descripción de las veredas, los

barrios, cuerpos de agua y vías presentes en el municipio de Funza, estudio que adelantó la alcaldía del municipio.(Funza, 2017a)

Tabla 11. División Veredal del municipio de Funza

Vereda	Área (m2)
El Coclí	962,53
Siete Trojes	96,48
El Cacique	1501,95
La Isla	1838,14
El Hato	517,71
La Florida	1255,12
Total	6171,93

Fuente: Alcaldía Municipal de Funza, 'DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA MUNICIPIO DE FUNZA', 2017

Tabla 12. Barrios del municipio de Funza

#	Barrio	#	Barrio	#	Barrio
1	Siete Trojes	12	Villa Adriana	23	Hato Sector 1
2	Santa Teresita	13	La Aurora	24	Hato Sector 2
3	Villa Paul	14	El Pensamiento	25	Francisco Martinez Rico
4	El Lago	15	Bellisca	26	Nuevo México
5	El Palmar	16	México	27	El Sol
6	Miraflores	17	Serrezuelita	28	Tisquesusa
7	Bacatá Cacique	18	Popular (Provivienda)	29	Nueva Gerona
8	La Chaguya	19	El Porvenir	30	Villa Paola
9	El Prado	20	La Fortuna	31	El Dorado
10	El Centro	21	Samarkanda	32	Villa Diana
11	Serenas	22	Hato Casablanca	33	Renacer

Fuente: Alcaldía Municipal de Funza, 'DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA MUNICIPIO DE FUNZA', 2017

5.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Reconociendo de primera mano el hecho de que la actual investigación es de corte cualitativo, se vio la necesidad de nutrirle con aspectos determinantes de la realidad, pero desde una versión subjetiva del asunto (trabajo de campo) para la recolección de datos e información. Por tal motivo, se plantearon formas que permitieran observar, explorar, describir y comprender la situación problema desde el ámbito de la interacción, a partir de criterios definidos que al momento de sistematizar las experiencias y triangular la información dieran respuesta a la investigación. Ahora bien, este proceso de recolección de información se puso en marcha en el periodo 2020 – I, en la medida de las posibilidades de los investigadores.

Figura 7. Empresas floricultoras contiguas a la vía de estudio



Fuente: Autores

Figura 8. Lotes baldíos contiguos a la vía de estudio.



Fuente: Autores

Figura 9. Estado del pavimento de la vía de estudio.



Fuente: Autores

Figura 10. Viviendas contiguas a la vía de estudio



Fuente: Autores

Figura 11. Zona boscosa con alta actividad pecuaria contigua a la vía de estudio.



Fuente: Autores

Figura 12. Empresa floricultora contigua a la vía de estudio.



Fuente: Autores

Figura 13. Cultivos contiguos a la vía de estudio.



Fuente: Autores

Figura 14. Zona de actividades pecuarias contigua a la vía de estudio.



Fuente: Autores

En una primera visita a la zona de estudio se evidenció que esta vía terciaria es muy concurrida a pesar de las condiciones en las que se encuentra, donde el estudio de tránsito determinara factores de análisis al respecto. Siendo así, no cuenta con unas óptimas condiciones para ser empleada esta vía por lo cual requiere de una intervención para mejorar su estado.

El sector se destaca por una alta presencia de floras y zonas ganaderas, las cuales son la mayor fuente de empleo de la zona, y gracias a las visitas se evidenció que el proyecto tendrá unas implicaciones a futuro, posterior a una posible ejecución de un proyecto.

6. CAPITULO 2

6.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO

El presente estudio tiene como fin registrar volúmenes vehiculares, peatonales y de bicicletas en uno de los puntos importantes de la vía para la toma de información primaria, con el objeto de identificar las características de volúmenes y el comportamiento del tránsito en general con el objetivo de analizar la movilidad en esta zona, contemplando de manera coordinada los diferentes elementos que la componen ejecutando un diagnostico que brinde soluciones realizando un análisis detallado de dicha información.

6.1.1 Aforos

- ✓ ESTACIÓN DE ESTUDIO: se eligió una estación de conteo ubicada en el tramo K0+971,49, la recolección de esta información se llevó a cabo por medio de un aforo.
















Figura 15. Estación de estudio



Fuente: Google Maps

- ✓ PERIODOS DE AFORO: los aforos se realizaron durante los siete días de la semana en la estación de conteo en dos períodos, el primero de las 6:00 am a las 11:00 am y el segundo de 2:00pm a 6:00pm. La recolección de la información se programó para ser registrada en períodos de 30 minutos, tal que permitiera determinar las tendencias de concentración de flujo.
- ✓ CARACTERIZACION DEL TRANSITO: de acuerdo al siguiente gráfico, se presenta la conocida categorización de los vehículos.

Figura 16. Categorización de los vehículos

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA	TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS		  	C3 Y C4	CAMION C3	
BUSES	BUSETA			CAMION C4	
	BUS			TRACTO-CAMION C2-S1	
	BUS METROPOLITANO			TRACTO-CAMION C2-S2	
C2-F	CAMION DE DOS EJES PEQUEÑO			TRACTO-CAMION C3-S1	
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE		C5	TRACTO-CAMION C3-S2	
			> C5	TRACTO-CAMION C3-S3	

Fuente: (I. N. D. V. INVIAS, 2013)

✓ Tipos de vehículos

Para las categorías de los vehículos, se empleó la clasificación vehicular para conteos manuales de tránsito que se ilustra en los cuadros de factores de daño. Las categorías de los vehículos se discriminan en ligeros, buses y camiones de la siguiente manera:

- ✓ Motos
- ✓ Autos
- ✓ Buses
- ✓ Camiones

✓ **Volúmenes en el periodo de conteo**

En las siguientes tablas se presentan los volúmenes de tránsito tomados para los días aforados en la estación ubicada en el K0+971,49. En el cual se encuentran sumados los dos sentidos aforados.

Siglas:

- A: Autos
- B: Buses
- C: Ciclas
- CM: Camiones
- M: Motos
- P: Peatones

Tabla 13. Volumen vehicular el lunes en la mañana.

LUNES EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	15	23	28	7	23	5	101
6:30-7:00	16	19	21	9	21	3	89
7:00-7:30	14	17	17	11	18	0	77
7:30-8:00	17	9	19	8	15	1	69
8:00-8:30	12	9	13	6	24	0	64
8:30-9:00	11	6	11	0	13	0	41
9:00-9:30	12	4	9	4	8	0	37
9:30-10:00	9	4	12	5	9	0	39
10:00-10:30	7	3	10	0	11	0	31
10:30-11:00	14	2	7	1	7	2	33
TOTAL	74	77	147	41	101	11	293

Fuente: Autores

Tabla 14. Volumen vehicular el lunes en la tarde.

LUNES EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	10	0	4	0	7	0	21
2:30-3:00	13	2	6	3	6	0	30
3:00-3:30	11	2	4	2	8	2	29
3:30-4:00	18	0	8	4	13	0	43
4:00-4:30	17	9	25	5	24	1	81
4:30-5:00	37	33	48	9	26	5	158
5:00-5:30	25	14	47	5	26	0	117
5:30-6:00	27	21	81	8	20	10	167
TOTAL	124	77	223	31	109	18	341

Fuente: Autores

Tabla 15. Volumen vehicular el martes en la mañana.

MARTES EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	16	22	25	5	17	3	88
6:30-7:00	14	18	26	8	15	0	81
7:00-7:30	12	15	18	9	20	0	74
7:30-8:00	19	11	13	4	16	0	63
8:00-8:30	10	8	11	0	8	0	37
8:30-9:00	13	5	6	0	9	0	33
9:00-9:30	10	6	9	5	4	0	34
9:30-10:00	11	3	5	3	6	0	28
10:00-10:30	9	3	6	4	8	0	30
10:30-11:00	12	4	4	2	5	1	28
SUMA	71	74	123	26	76	4	247

Fuente: Autores

Tabla 16. Volumen vehicular el martes en la tarde.

MARTES EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	9	2	5	1	7	0	24
2:30-3:00	11	1	3	1	8	2	26
3:00-3:30	11	0	7	3	8	0	29
3:30-4:00	15	2	9	4	12	0	42
4:00-4:30	19	6	23	7	19	1	75
4:30-5:00	33	29	37	6	27	0	132
5:00-5:30	29	15	39	8	23	2	116
5:30-6:00	28	17	69	6	16	8	144
TOTAL	124	69	192	31	97	13	321

Fuente: Autores

Tabla 17. Volumen vehicular el miércoles en la mañana.

MIÉRCOLES EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	13	21	22	5	21	3	85
6:30-7:00	14	17	19	7	17	1	75
7:00-7:30	12	15	15	9	16	0	67
7:30-8:00	15	7	17	6	13	0	58
8:00-8:30	10	7	11	4	22	0	54
8:30-9:00	9	4	9	1	11	2	36
9:00-9:30	10	2	7	2	6	0	27
9:30-10:00	7	2	10	3	7	0	29
10:00-10:30	5	1	8	0	9	1	24
10:30-11:00	12	0	5	0	5	0	22
SUMA	64	67	123	31	89	7	251

Fuente: Autores

Tabla 18. Volumen vehicular el miércoles en la tarde.

MIÉRCOLES EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	9	0	5	1	6	1	22
2:30-3:00	14	3	5	2	7	0	31
3:00-3:30	10	1	5	3	7	3	29
3:30-4:00	19	2	7	3	14	2	47
4:00-4:30	16	8	26	6	23	0	79
4:30-5:00	38	34	47	8	27	4	158
5:00-5:30	24	13	48	6	25	2	118
5:30-6:00	28	20	78	7	19	3	155
TOTAL	125	77	221	30	108	15	340

Fuente: Autores

Tabla 19. Volumen vehicular el jueves en la mañana.

JUEVES EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	18	24	27	7	19	1	96
6:30-7:00	16	20	28	9	17	1	91
7:00-7:30	14	17	20	11	20	0	82
7:30-8:00	21	13	15	6	18	0	73
8:00-8:30	12	10	13	2	10	2	49
8:30-9:00	15	7	8	0	11	0	41
9:00-9:30	12	8	11	5	6	0	42
9:30-10:00	13	5	7	3	8	1	37
10:00-10:30	11	5	8	2	10	0	36
10:30-11:00	14	6	6	2	7	0	35
TOTAL	81	84	143	35	84	5	284

Fuente: Autores

Tabla 20. Volumen vehicular el jueves en la tarde.

JUEVES EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	6	0	2	2	6	1	17
2:30-3:00	14	4	6	1	5	1	31
3:00-3:30	7	1	4	2	7	0	21
3:30-4:00	19	5	12	6	14	0	56
4:00-4:30	16	3	20	5	22	2	68
4:30-5:00	36	32	40	8	24	2	142
5:00-5:30	26	17	36	6	26	3	114
5:30-6:00	31	23	72	7	28	4	165
TOTAL	128	80	192	32	114	13	354

Fuente: Autores

Tabla 21. Volumen vehicular el viernes en la mañana.

VIERNES EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	16	24	26	8	22	4	100
6:30-7:00	17	20	24	10	20	2	93
7:00-7:30	15	18	13	12	17	0	75
7:30-8:00	18	10	19	9	14	1	71
8:00-8:30	13	6	13	7	23	0	62
8:30-9:00	12	7	8	1	12	0	40
9:00-9:30	13	5	10	5	7	0	40
9:30-10:00	10	5	13	6	8	0	42
10:00-10:30	8	4	11	3	10	0	36
10:30-11:00	15	3	8	4	8	3	41
SUMA	79	78	145	46	96	10	299

Fuente: Autores

Tabla 22. Volumen vehicular el viernes en la tarde.

VIERNES EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	15	2	5	2	10	2	36
2:30-3:00	18	4	7	3	9	2	43
3:00-3:30	16	6	9	5	11	1	48
3:30-4:00	17	4	11	4	16	0	52
4:00-4:30	22	11	27	6	27	0	93
4:30-5:00	42	29	46	3	29	0	149
5:00-5:30	30	17	52	7	28	4	138
5:30-6:00	32	21	77	8	26	3	167
TOTAL	143	82	234	28	126	12	379

Fuente: Autores

Tabla 23. Volumen vehicular el sábado en la mañana.

SABADO EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	8	12	23	8	19	8	78
6:30-7:00	12	17	17	10	15	4	75
7:00-7:30	10	19	11	11	18	6	75
7:30-8:00	11	11	19	8	15	2	66
8:00-8:30	7	7	12	6	20	2	54
8:30-9:00	9	6	9	7	13	0	44
9:00-9:30	13	7	7	4	4	0	35
9:30-10:00	16	4	6	6	9	0	41
10:00-10:30	27	6	9	2	7	3	54
10:30-11:00	33	3	11	2	7	0	56
TOTAL	48	66	124	43	87	25	244

Fuente: Autores

Tabla 24. Volumen vehicular el sábado en la tarde.

SABADO EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	8	0	8	2	8	4	30
2:30-3:00	19	2	9	3	5	2	40
3:00-3:30	21	4	12	4	7	3	51
3:30-4:00	20	2	14	4	12	1	53
4:00-4:30	27	2	26	5	24	0	84
4:30-5:00	39	3	29	5	27	3	106
5:00-5:30	37	0	25	7	19	4	92
5:30-6:00	29	0	28	8	28	3	96
TOTAL	152	7	151	29	110	20	298

Fuente: Autores

Tabla 25. Volumen vehicular el domingo en la mañana.

DOMINGO EN LA MAÑANA							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
6:00-6:30	4	3	33	0	4	12	56
6:30-7:00	2	4	36	0	5	9	56
7:00-7:30	9	2	29	0	3	7	50
7:30-8:00	11	5	38	2	0	3	59
8:00-8:30	12	3	25	1	0	2	43
8:30-9:00	8	0	23	3	4	6	44
9:00-9:30	13	0	19	1	5	7	45
9:30-10:00	18	4	22	1	3	4	52
10:00-10:30	11	6	15	2	4	8	46
10:30-11:00	14	4	18	3	7	2	48
TOTAL	38	17	258	3	12	60	70

Fuente: Autores

Tabla 26. Volumen vehicular el lunes en la mañana.

DOMINGO EN LA TARDE							
Periodo	A	B	C	CM	M	P	Total
2:00-2:30	10	0	13	2	8	2	35
2:30-3:00	21	1	18	1	6	1	48
3:00-3:30	23	2	17	3	7	3	55
3:30-4:00	22	2	15	2	13	1	55
4:00-4:30	29	2	23	4	14	0	72
4:30-5:00	41	1	21	3	17	2	85
5:00-5:30	39	0	28	6	16	2	91
5:30-6:00	31	1	16	4	21	3	76
TOTAL	162	6	151	19	81	14	268

Fuente: Autores

El total de las tablas es solo la suma de los vehículos motorizados, ya que con esta información es necesario calcular el TPD, VHMD y poder sacar las gráficas de distribución vehicular y composición vehicular por días y por horas para así poder tener un análisis más detallado del aforo realizado.

✓ Pirámide de movilidad

Figura 17. Pirámide de la movilidad

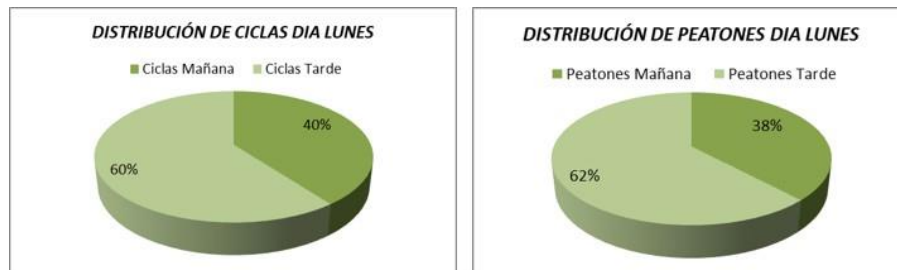


Fuente: AMT QUITO

La pirámide de la movilidad muestra la preferencia vial que tienen todos los medios de transporte que circulan en la ciudad.

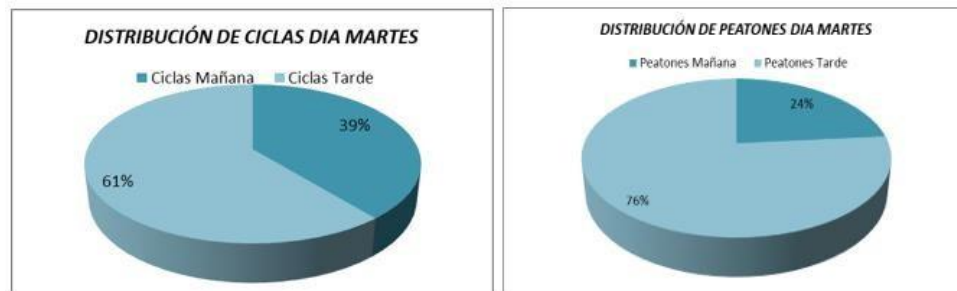
✓ **Distribución de Ciclas y peatones por días**

Figura 18. Distribución de ciclas y peatones los días lunes



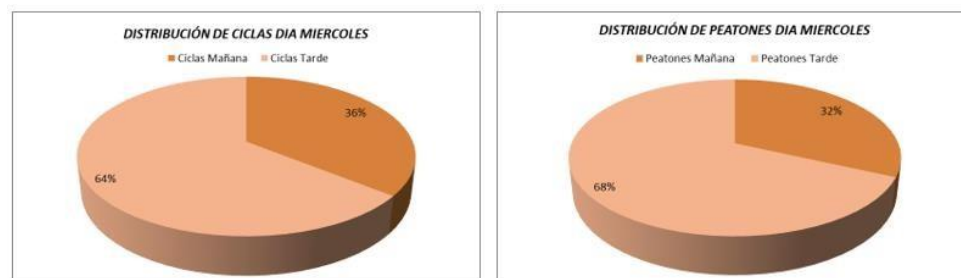
Fuente: Autores

Figura 19. Distribución de ciclas y peatones los días martes



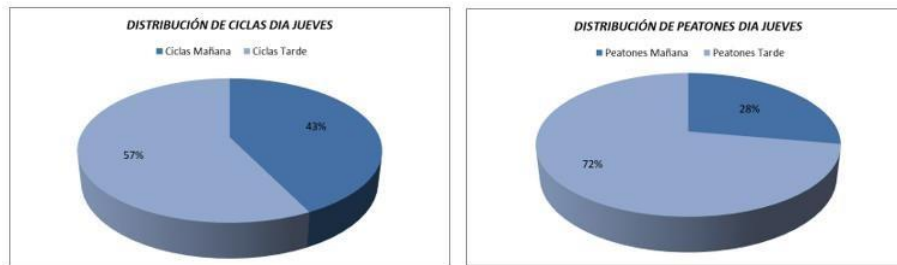
Fuente: Autores

Figura 20. Distribución de ciclas y peatones los días miércoles



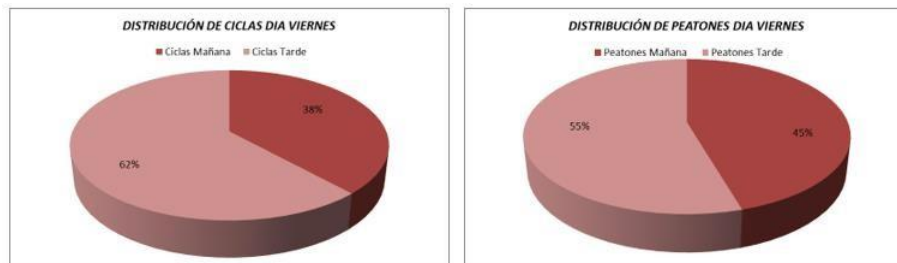
Fuente: Autores

Figura 21. Distribución de ciclas y peatones los días jueves



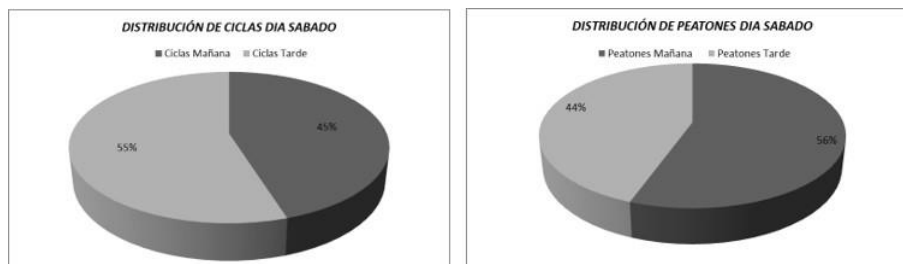
Fuente: Autores

Figura 22. Distribución de ciclas y peatones los días viernes



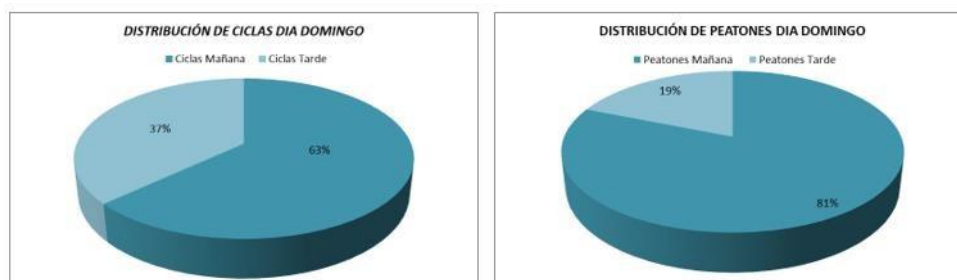
Fuente: Autores

Figura 23. Distribución de ciclas y peatones los días sábado



Fuente: Autores

Figura 24. Distribución de ciclas y peatones los días sábado



Fuente: Autores

En las tablas anteriores de aforos se evidencia que por dicha vía se presenta un alto flujo de tránsito en todos los actores viales. Esto se debe a que hay gran presencia de empresas florales, ganaderas y de agricultura, por este motivo pasan tantos camiones a llevar y recoger la mercancía saliente de dichas empresas, los autos se ven en gran medida ya que por esta vía como se mencionó anteriormente se puede llegar a otros municipios y no se tiene que realizar ningún pago de peaje como si se debe hacer por las vías principales.

Los buses de igual manera se movilizan en gran medida ya que hay un parqueadero de estos ubicado en un lado de la vía y todas las empresas florales cuentan con rutas que transportan a sus trabajadores a sus hogares. Las motos que también muestran un alto flujo y como se sabe son útiles por su facilidad, economía y comodidad muchos trabajadores, viajeros o visitantes se transportan en ellas para así llegar más rápido a sus destinos.

Las Bicicletas también son de gran facilidad y economía para las personas, por eso son las más destacadas debido a varias razones, la primera es que al evitar el pago de un pasaje de bus los trabajadores se ahorran semanalmente una suma considerable para su bolsillo, ya que si viven en Mosquera o Funza la tarifa mínima

es de \$2.000 pesos, semanalmente \$24.000 pesos, segundo es más fácil en la mañana y en la tarde trasladarse en bicicleta que en cualquier otro medio de transporte debido a los grandes trancones que se presentan sobre las vías principales de estos municipios, como se sabe Funza y Mosquera son tan cercanos que parecen uno solo y si son bastante comerciales y transitados. la tercera y última razón es por deporte y ejercicio, como es una vía que cuenta con una gran vista de zonas verdes, muchos grupos familiares y de amigos salen en este transporte a “respirar aire puro” y llevan sus almuerzos para comer en algún espacio que pueda ser utilizado.

Las tablas de distribución de peatones muestran que hay mayor flujo para la jornada de la tarde que para la jornada de la mañana, esto se debe a que, aunque son pocos los peatones que transitan por esta vía, los que si lo hacen salen hacer deporte ya que a la salida del municipio de Funza hay varios conjuntos residenciales y los residentes de dichos conjuntos son los deportistas que transitan por la vía.

✓ **El tránsito TPD resulta de la información Volúmenes de transito promedio diario**

De los aforos realizados en dicha estación el cual arroja como resultado el número total de vehículos que pasan en un periodo dado, el cual es menor a un año y mayor a un día, dividido en el número de días del periodo, de acuerdo al número de días del periodo se presentan diferentes tipos de volúmenes de tránsito promedio diario, dados en vehículos por día. (Rafael Cal y Mayor , James Cardenas, 2013)

✓ TPDS

Para obtener el resultado del Tránsito Promedio Diario Semanal, se debe realizar la sumatoria de los vehículos aforados mediante la siguiente ecuación:

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Ecuación 1. Transito promedio diario semanal.

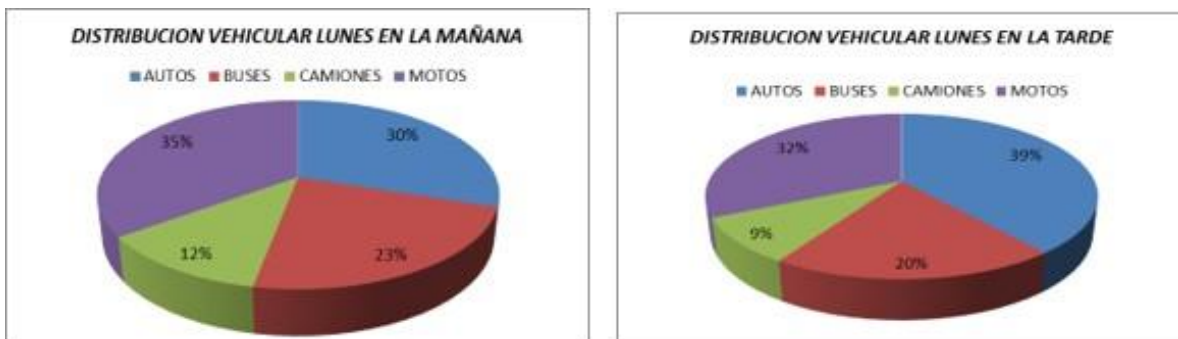
$$TPDS = \frac{5211 \text{vehículos}}{7 \text{ días}}$$

$$TPDS = 744 \text{ vehiculos} * \text{dia.}$$

El TPDS resultante de la información de los aforos realizados para la estación es de 744 vehículos, registrando la siguiente composición vehicular el 74% para Automóviles (Vehículos livianos), 20% para buses y 6% para camiones.

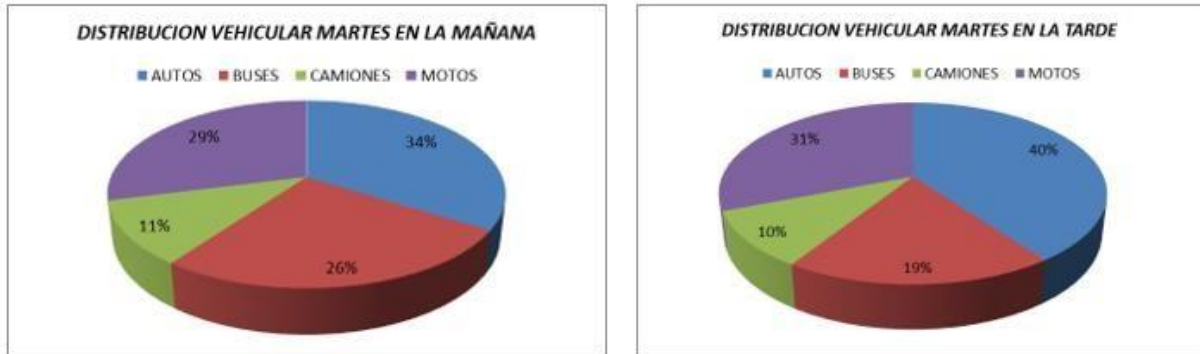
✓ Distribución de vehículos motorizados

Figura 25. Distribución vehicular los días lunes



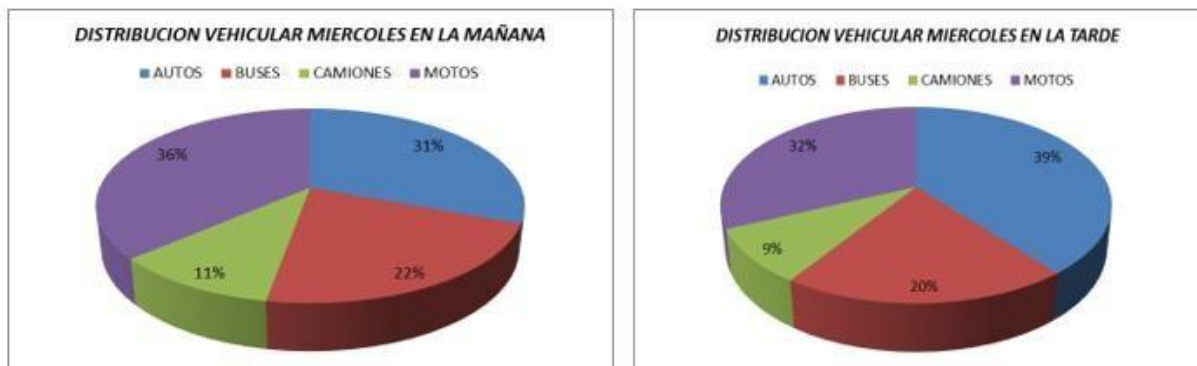
Fuente: Autores

Figura 26. Distribución vehicular los días martes



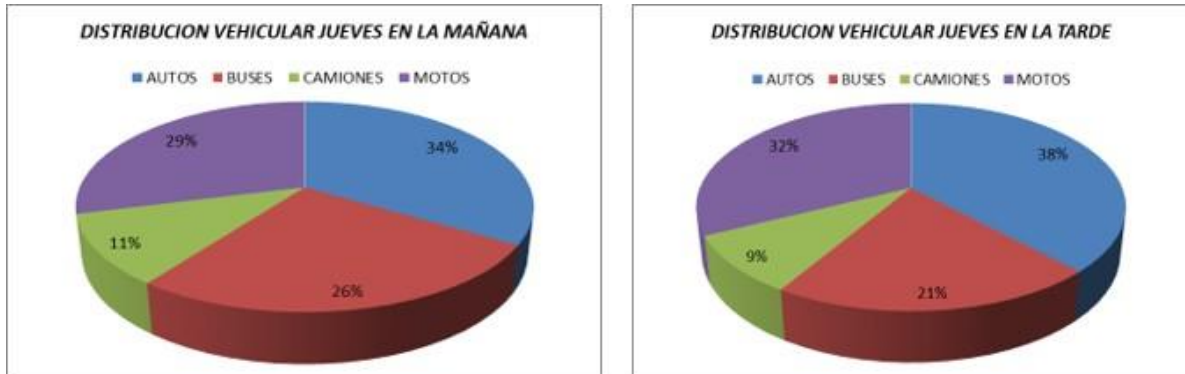
Fuente: Autores

Figura 27. Distribución vehicular los días miércoles



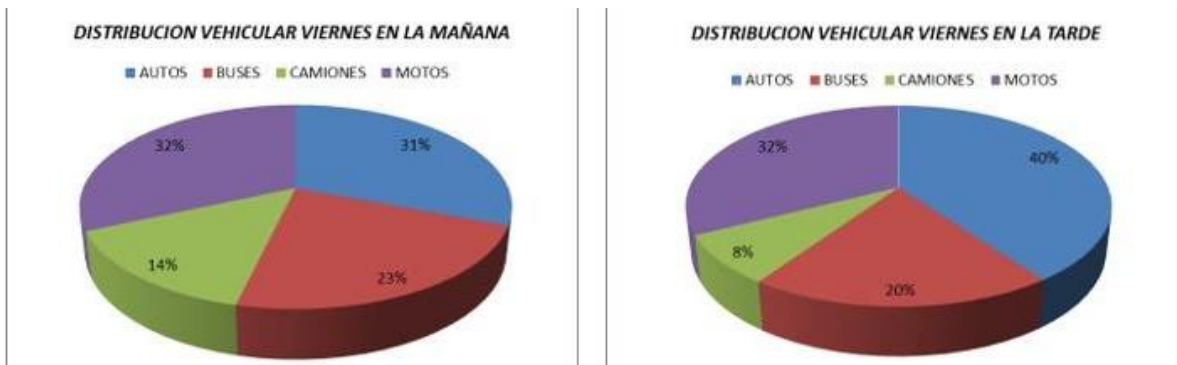
Fuente: Autores

Figura 28. Distribución vehicular los días jueves



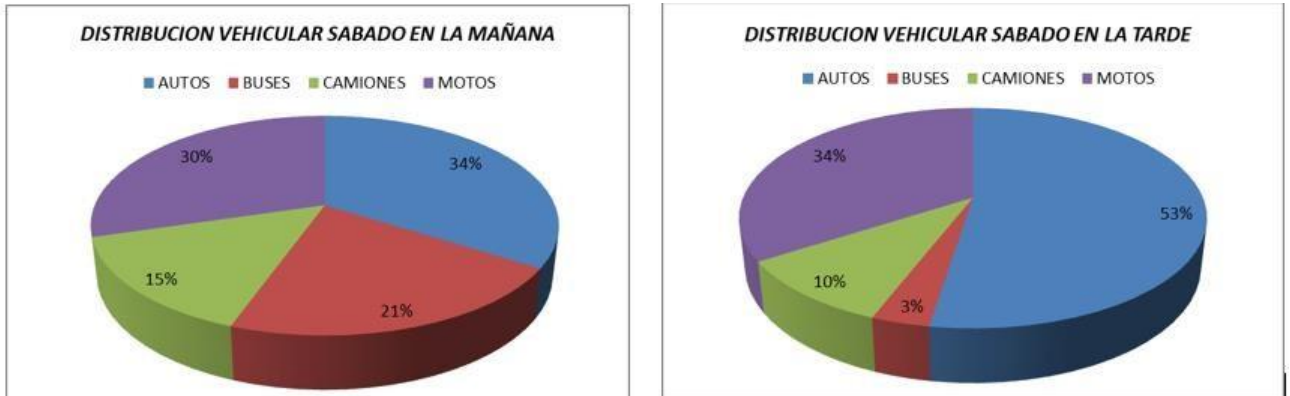
Fuente: Autores

Figura 29. Distribución vehicular los días viernes



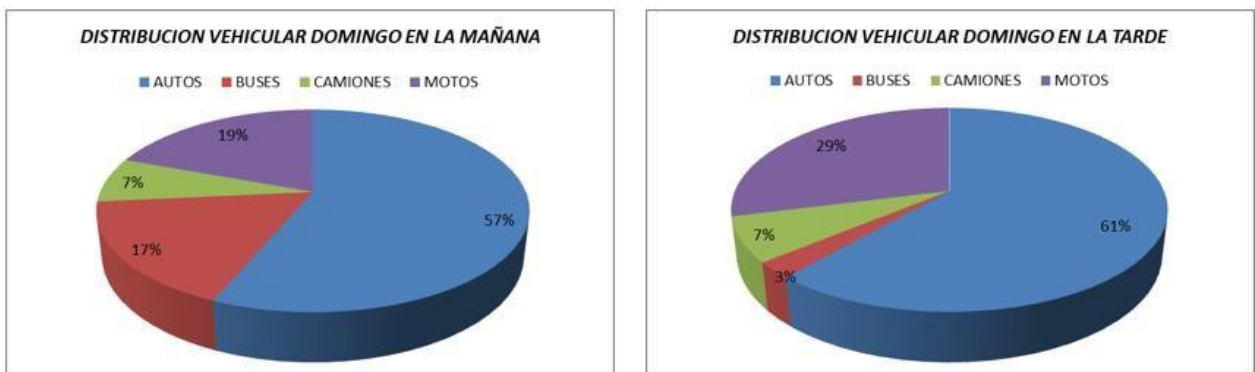
Fuente: Autores

Figura 30. Distribución vehicular los días sábado



Fuente: Autores

Figura 31. Distribución vehicular los días domingo



Fuente: Autores

✓ ANALISIS DE LAS GRAFICAS

VOLUMEN HORA MAXIMA DEMANDA

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia de flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a las de la hora misma. (Rafael Cal y Mayor , James Cardenas, 2013)

✓ VHMD

Para obtener el resultado del volumen hora de máxima demanda se debe determinar los periodos de máxima demanda en el periodo de 6:00-6:30am y de 5:30pm a 6:00pm

- VHMD para el día lunes

$$VHMD = 101 + 167$$

$$VHMD = 268 \text{ Vehiculos Mixtos/hora}$$

- VHMD Para el día martes

$$VHMD = 88 + 144$$

$$VHMD = 232 \text{ Vehiculos Mixtos/hora}$$

- VHMD Para el día miércoles

$$VHMD = 85 + 155$$

$$VHD = 240 \text{ Vehiculos Mixtos/hora}$$

- VHMD Para el día jueves

$$VHMD = 96 + 165$$

$$VHMD = 261 VehiculosMixtos/hora$$

- VHMD Para el día viernes

$$VHMD = 100 + 167$$

$$VHMD = 267 VehiculosMixtos/hora$$

- VHMD Para el día sábado

$$VHMD = 78 + 96$$

$$VHMD = 174 VehiculosMixtos/hora$$

- VHMD Para el día domingo cambia el horario de máxima demanda siendo de 7:30-8:00am y de 5:00-5:30pm

$$VHMD = 59 + 91$$

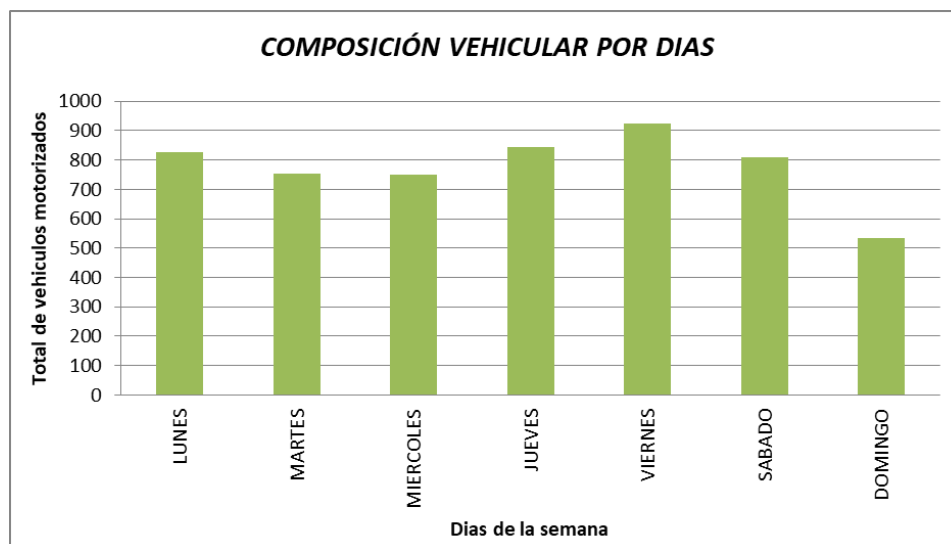
$$VHMD = 150 VehiculosMixtos/hora$$

✓ COMPOSICIÓN VEHICULAR POR DIAS Y POR HORAS

- Composición vehicular por días:

La grafica se realiza sumando la cantidad de vehículos mixtos que pasan en cada uno de los días de la semana.

Figura 32. Composición vehicular por días

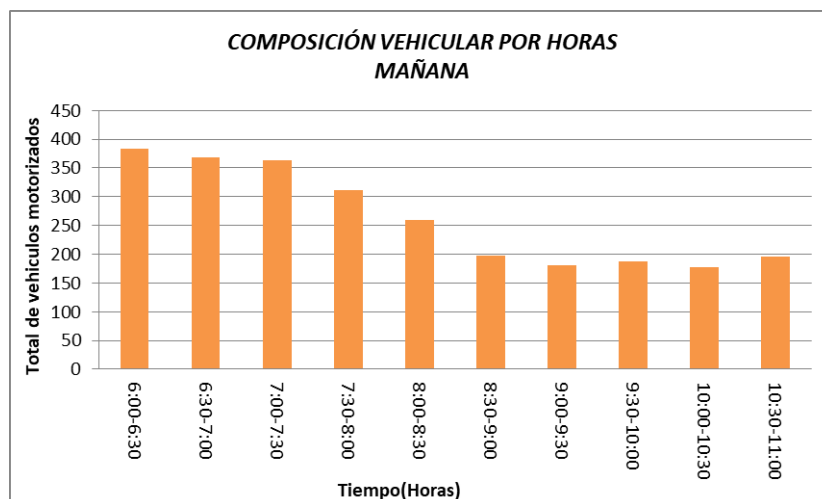


Fuente: Autores

- Composición vehicular por horas

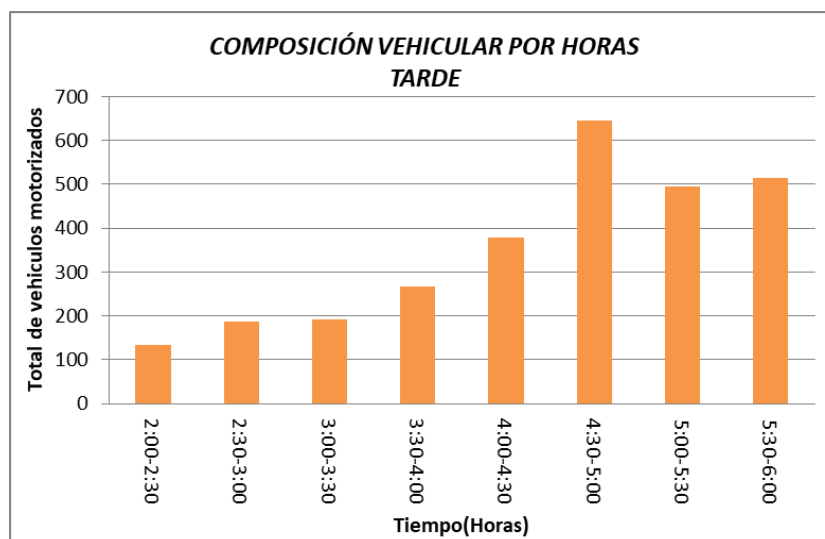
La grafica se realiza sumando la cantidad de vehículos mixtos que pasan en cada una de las determinadas franjas de hora por los 7 días de la semana, se realizan dos gráficas, una para la mañana y otra para la tarde.

Figura 33. Composición vehicular por horas jornada mañana



Fuente: Autores

Figura 34. Composición vehicular por horas jornada tarde



Fuente: Autores

7. CAPITULO 3

7.1 ESTUDIOS DE GEOCIENCIA

Las Geociencias estudian fenómenos físicos, químicos y biológicos que ocurren en nuestro planeta y el espacio exterior, cuya magnitud afecta a la Tierra y a los seres vivos. Esta ciencia estudia la estructura, morfología, evolución y dinámica, así como la comprensión, representación gráfica, usos de los materiales y procesos de nuestro planeta. (LEON, 2019)

Siendo así, se optó por realizar estos estudios en el tramo vial con el fin de conocer los recursos naturales con lo que se cuenta para evaluar la posibilidad de contar con alguno de ellos, como también en establecer una planeación del territorio en cuanto a usos de suelo, caracterización previa del mismo, lo que permite establecer un contacto más directo con autoridades y sociedad, vincular a las Geociencias con las decisiones de importancia para la población, mejorar sus condiciones de vida y contribuir al aprovechamiento responsable de la riqueza natural.

7.1.1 Climatología

Esta rama de la ciencia estudia el clima, sus variedades y cambios, como también la causa que los origina. A continuación, se presenta la información de precipitación y temperatura de diferentes niveles temporales los cuales fueron analizados bajo estudios realizados entre los años 1971 y 2000. Adicionalmente, se mencionan los diferentes parámetros climatológicos que se presentan en la zona. (IDEAM, 2014a)

Tabla 27. Parámetros climatológicos del municipio de Funza.

Parámetro	Rango
Número promedio anual de días con lluvia	100-150
Evaporación Anual (mm)	900-1100
Evapotranspiración anual (mm)	1000-1200
Temperatura media multianual	Frio
Temperatura máxima media multianual (°C)	12 a 16
Temperatura mínima media multianual (°C)	4 a 8
Clasificación climática de caldas-Lang	Muy frio semihúmedo
Clasificación climática de Lang	Semihúmedo
Clasificación climática de Holdridge	Muy frio húmedo
Clasificación climática de Martonne	subhúmedo
Índice de aridez	1,2-1,4
Índice de disponibilidad hídrica	Déficit
Índice de la estacionalidad de precipitación	9,0-9,5

Fuente: IDEAM, Tiempo y Clima, 2014 <<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/seguimiento>>

7.1.2 Hidrogeología

Esta rama de la ciencia se encarga del estudio del origen y formación de las aguas subterráneas, dicho esto, la zona comprendida entre el barrio Villa Paul y la vereda La Punta en el municipio de Funza Cundinamarca tiene presencia de acuíferos con recursos limitados o sin recursos por porosidad primaria que se caracterizan por ser locales en rocas ígneas a metamórficas y en depósitos impermeables. Esta información se obtuvo mediante consulta la cual se basó en aplicar la metodología propuesta por la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (Struckmeier y Marat, 1995) para elaboración de mapas hidrogeológicos de tipo general, cuyo fin último es el reconocimiento regional de la distribución y estado del recurso hídrico subterráneo.(IDEAM, 2014b)

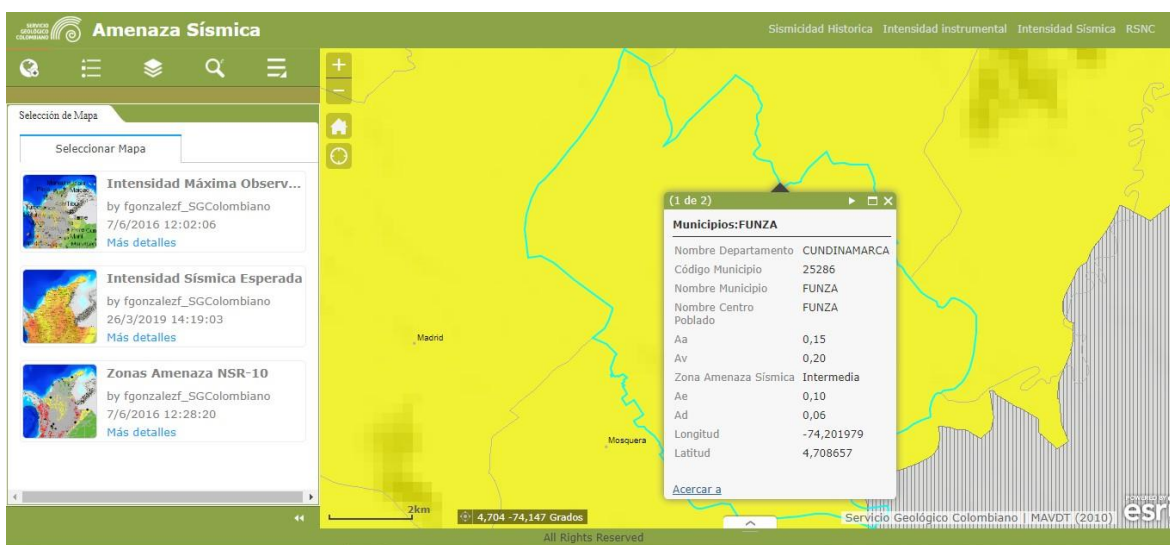
7.1.3 Geomorfología

Colombia se ha caracterizado por ofrecer una gran diversidad geológica, bioclimática y geomorfológica, pero si se detallan estos parámetros a nivel gubernamental o municipal se minimizan estas características las cuales el municipio de Funza cuenta con la unidad geomorfológica Fpi la cual indica que en el sector se cuenta con Planicies o llanuras de inundación. (S.A. & CAR, 2016)

7.1.4 Geología

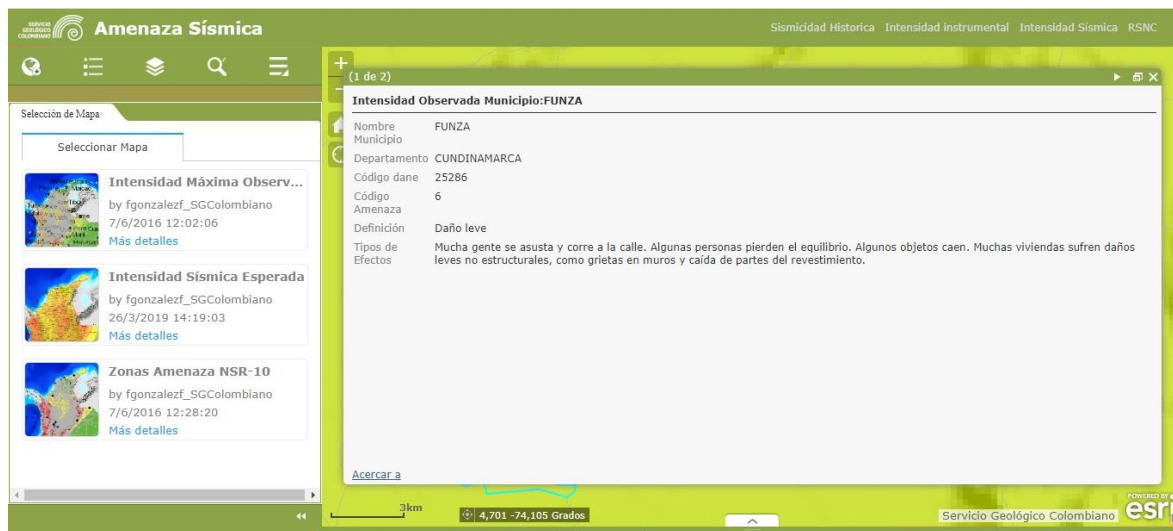
✓ Amenaza sísmica

Figura 35. Amenaza sísmica



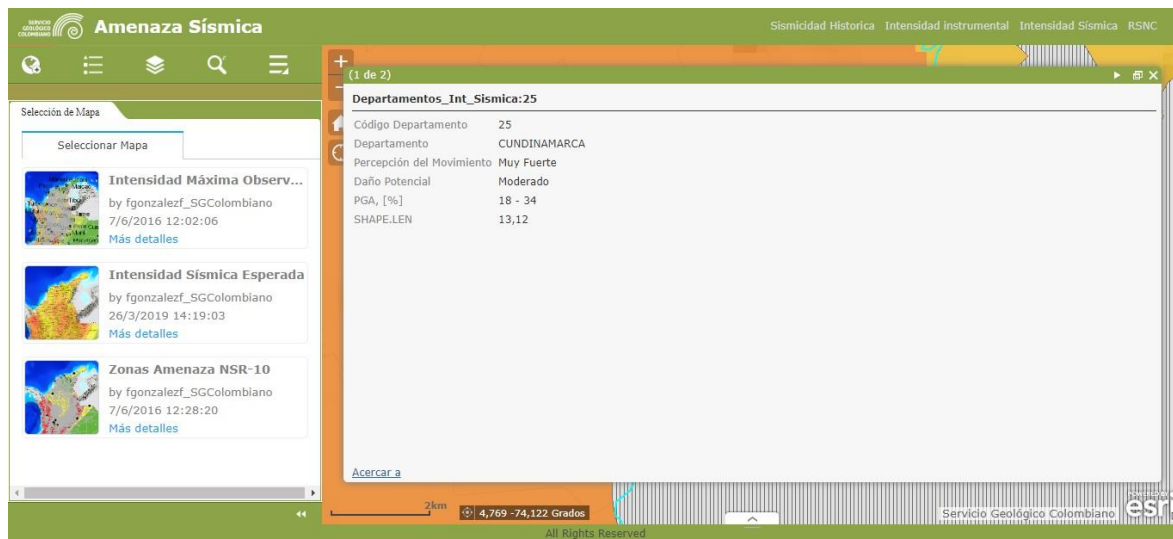
Fuente: Sistema Geológico Colombiano

Figura 36. Intensidad sísmica máxima observada



Fuente: Sistema Geológico Colombiano

Figura 37. Intensidad sísmica esperada

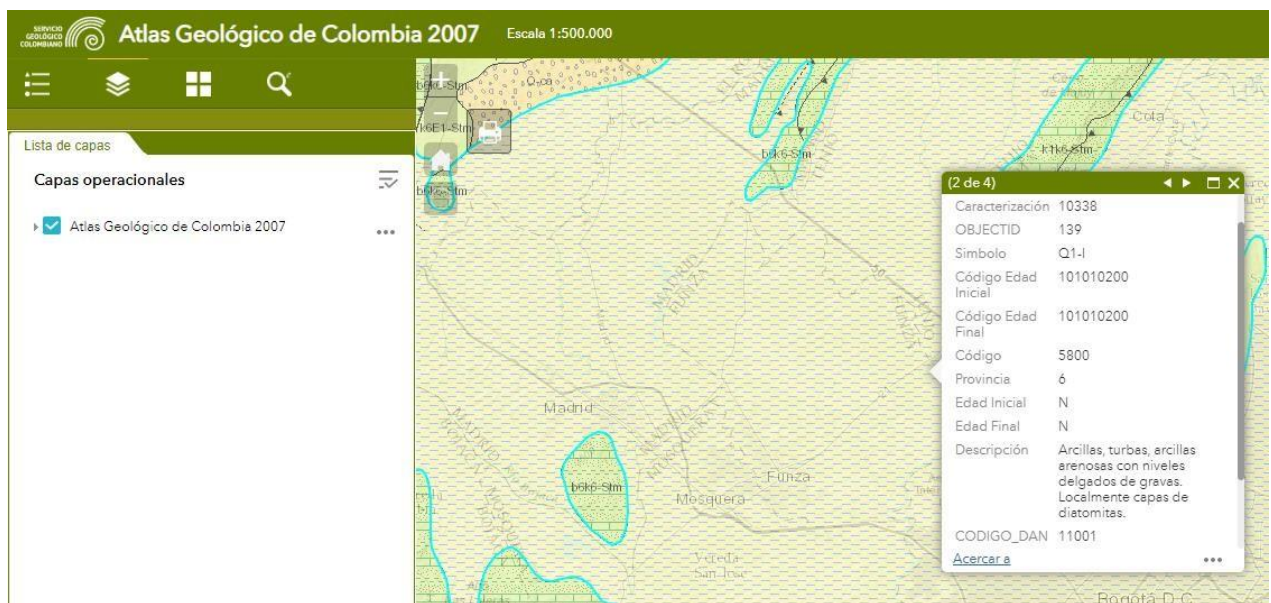


Fuente: Sistema Geológico Colombiano

Se caracterizó la amenaza sísmica del sector de estudio mediante la plataforma del sistema geológico colombiano que proporciona el Instituto Geológico de Minas (INGEOMINAS), obteniendo que la zona se encuentra bajo una zona de amenaza intermedia y la consecuencia de esta amenaza es leves daños estructurales como grietas en muros y caída de revestimientos. Se espera una intensidad sísmica la cual ocasione unos daños moderados ya que la percepción de los movimientos en esta zona es muy fuerte y se rige bajo análisis estadísticos históricos.

- ✓ Mapa Geológico: El municipio de Funza cuenta en su extensión con arcillas, turbas, arcillas arenosas con niveles delgados de gravas y localmente con capas de diatomitas.

Figura 38. Caracterización geológica de la zona de estudio



Fuente: Sistema Geológico Colombiano

- ✓ Mapa Carbonífero: Por su ubicación geográfica el municipio de Funza tiene baja presencia de rocas sedimentarias organógenas (Carbón mineral). Como también de otros minerales que se detallan en la figura 39.

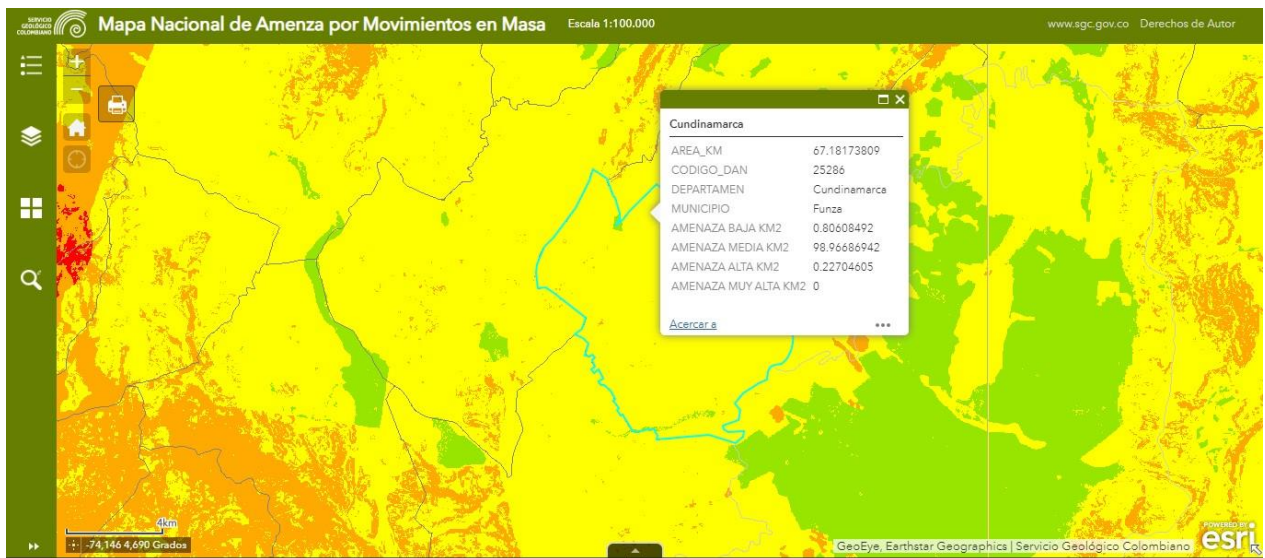
Figura 39. Caracterización del potencial carbonífero de la zona de estudio



Fuente: Sistema Geológico Colombiano

- ✓ Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa: Con ayuda de los sistemas de información geográfica SIG del sistema geológico colombiano se caracteriza que el municipio de Funza se encuentra en una zona de amenaza media por movimientos de masa cuyo porcentaje de probabilidad corresponde al 98,96%

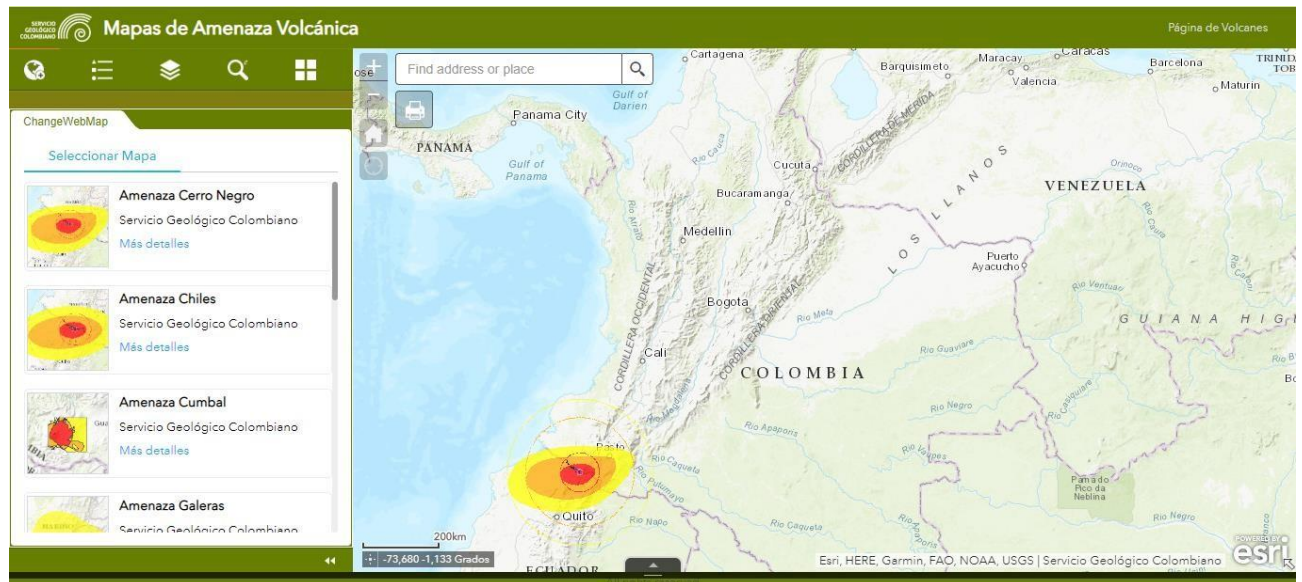
Figura 40. Amenaza por movimientos en masa de la zona de estudio



Fuente: Sistema Geológico Colombiano

- ✓ Mapa de Amenaza Volcánica: Según estudios en vulcanología se caracterizó que las zonas volcánicas a nivel nacional pueden presentar caída de Piroclastos (ceniza y lapilli) transportados por el viento, específicamente en la zona de estudio que comprende al municipio de Funza no se presenta esta situación debido a que dichas amenazas no se encuentran próximas al sector.

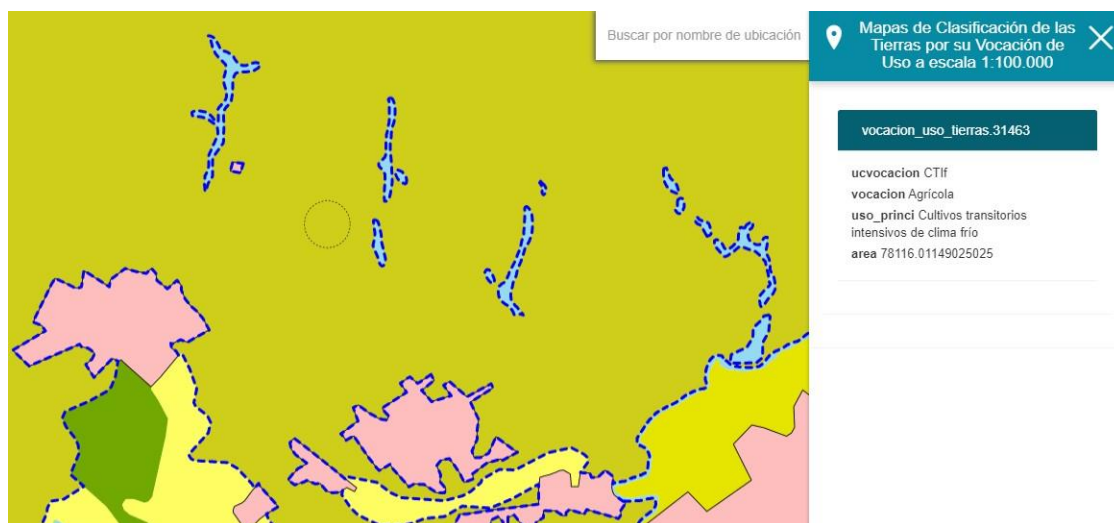
Figura 41. Amenaza volcánica a nivel nacional



Fuente: Sistema Geológico Colombiano

- ✓ Mapa de Clasificación de las Tierras por su Vocación de Uso: El municipio de Funza se caracteriza por contar con una superficie rural de 66 Km² que corresponden al 94,29% del total de su área. Consultando con el Sistema de Información Geográfica SIG que cuenta el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC se caracteriza al municipio de Funza con una vocación agrícola con una utilidad de sus suelos con presencia de cultivos transitorios intensivos de clima frio. (Codazzi, n.d.)

Figura 42. Clasificación de las tierras.



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 'Mapa de Clasificación de Las Tierras Por Su Vocación de Uso'

<<https://geoportal.igac.gov.co/contenido/agrologia-consulta>>

7.2 MATRIZ DOFA

La matriz DOFA es una herramienta que es empleada para el desarrollo de estrategias con miras a un desarrollo en la evaluación de proyectos mediante un análisis del estado actual en la que se encuentra un proyecto para tener una visión que permita planear estrategias futuras. (Rosas, 2019)

Esta matriz se realizó identificando las ventajas y desventajas que tendría la intervención del sector vial para proponer soluciones acordes a las mismas.

Tabla 28. Matriz de análisis de estrategias DOFA

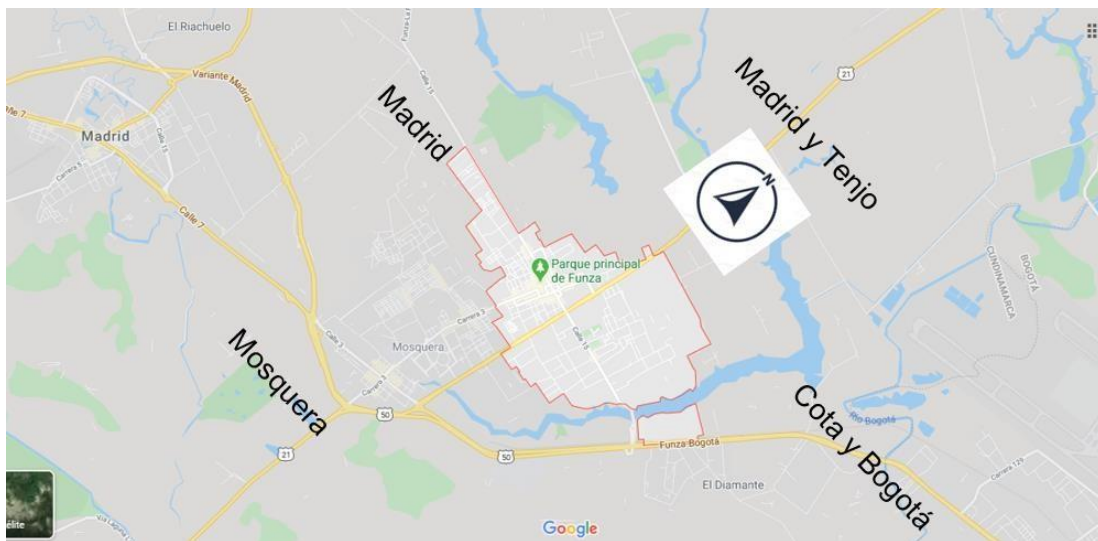
ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS					
		FORTALEZAS		DEBILIDADES	
		1	DISMINUCIÓN EN TIEMPO DE TRASLADO	1	LA SEGURIDAD DEL SITIO
		2	IMPACTO SOCIAL	2	POCA PRESENCIA DE OBRAS DE ARTE
		3	IMPACTO AMBIENTAL		
OPORTUNIDADES		1. ESTRATEGIAS FO		2. ESTRATEGIAS DO	
1	RAPIDO CRECIMIENTO DE LA DEMANDA VIAL	FO1	F2,O2. GENERAR MAYOR OFERTA LABORAL EN EL SECTOR DURANTE Y DESPUES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO YA QUE SERA UN AMBIENTE PROPICIO PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES ECONOMICAS.	DO1	D2,O1. SE PUEDEN GENERAR INUNDACIONES EN LA VÍA DEBIDO A LA POCA PRESENCIA DE OBRAS DE ARTE, OCASIONANDO DAÑOS EN LA MALLA VIAL Y POSIBLES ACCIDENTES DE TRÁNSITO.
2	AUMENTO EN LA OFERTA LABORAL DEL SECTOR				
3	APERTURA DE MERCADOS	FO2	F3,O3. IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN QUE GENEREN BAJO IMPACTO AMBIENTAL.		
AMENAZAS		3. ESTRATEGIAS FA		4. ESTRATEGIAS DA	
1	MAL MANEJO DE RECURSOS ECONOMICOS	FA1	A1,F1. DEBIDO A UN POSIBLE DEFICIT EN RECURSOS ECONOMICOS PUEDE GENERAR RETRASOS EN LA FINALIZACIÓN DEL PROYECTO, AUMENTANDO EL PRESUPUESTO.	DA1	A2,D1. PRIORIZAR LA ILUMINACIÓN, SEÑALIZACIÓN Y PRESENCIA POLICIAL PARA EVITAR ROBOS EN LA ZONA.
2	FALTA DE ILUMINACIÓN				

Fuente: Autores

7.3 GEORREFERENCIACIÓN

El municipio de Funza se encuentra limitada en su sentido norte por los municipios de Madrid y Tenjo, en su sentido Oriente por el municipio de Cota y la ciudad de Bogotá, a su costado sur se encuentra el municipio de Mosquera y por su costado occidental se encuentra el municipio de Madrid.

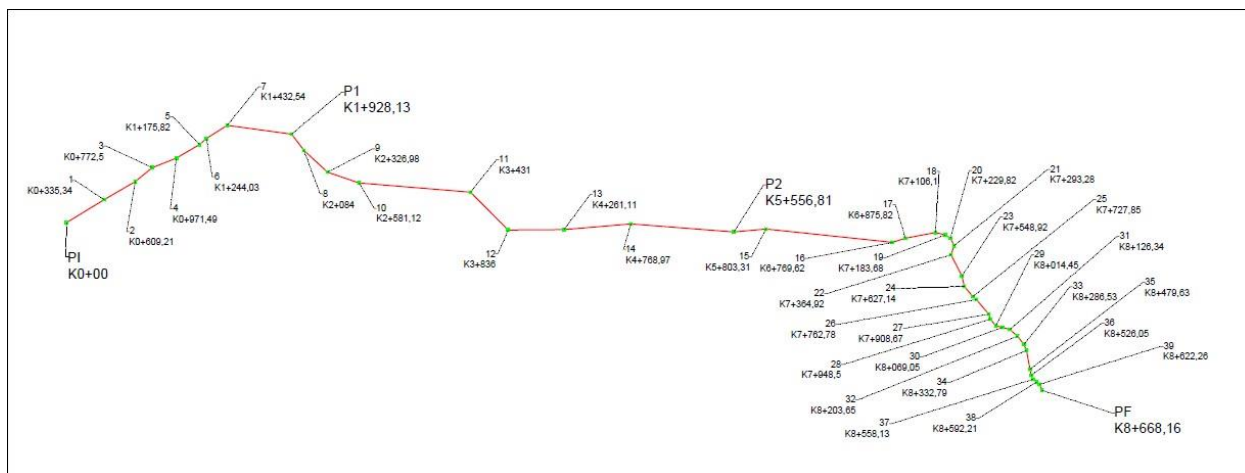
Figura 43. Límites municipales de Funza.



Fuente: Google Maps.

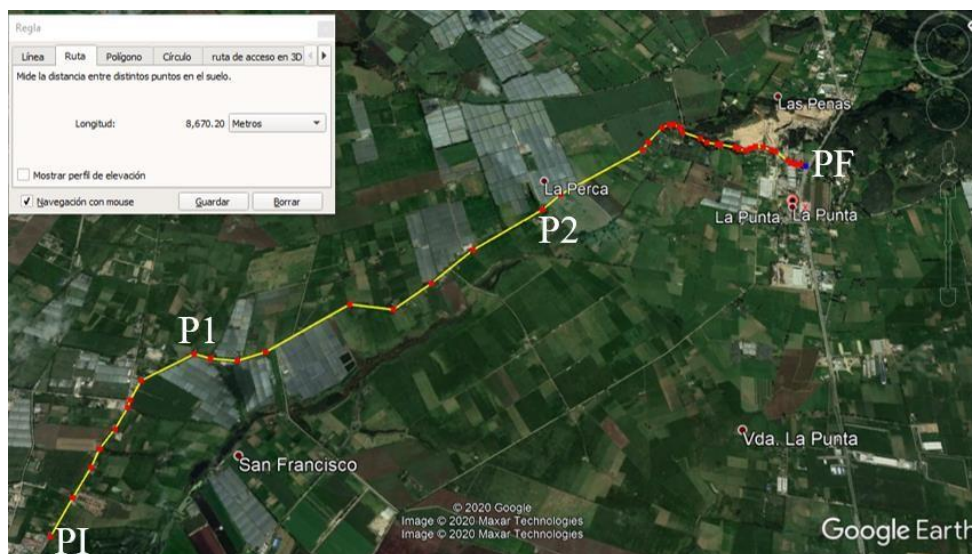
Con ayuda de los sistemas de información geográfica SIG se realizó un abscisado a lo largo de la vía, donde se eligieron los puntos característicos los cuales le dan forma a la vía. En dichos puntos se identificaron las coordenadas, cotas y abscisas para observar la topografía de la vía y a su vez caracterizar el trazado.

Figura 44. Abscisado de la vía.



Fuente: Autores

Figura 45. Georreferenciación de la vía de estudio.



Fuente: Google Earth

Tabla 29. Coordenadas, abscisas y cotas de la vía.

Punto	Norte	Este	Abscisa	Cota
PI	586354,61	523214,73	K + ,00	2555
1	586180,07	523501,2	K + 335,34	2555
2	586042,56	523736,69	K + 609,21	2556
3	585936,94	523866,48	K + 772,50	2557
4	585864,28	524050,42	K + 971,49	2558
5	585760,96	524225,91	K 1 + 175,82	2558
6	585715,36	524278	K 1 + 244,03	2558
7	585614,81	524436,65	K 1 + 432,54	2558
P1	585681,45	524926,94	K 1 + 928,13	2557
8	585806,04	525020,02	K 2 + 084,00	2556
9	585970,98	525198,92	K 2 + 326,98	2557
10	586053,26	525439,77	K 2 + 581,12	2557
11	586123,96	526285,42	K 3 + 431,00	2560
12	586410,64	526572,2	K 3 + 836,49	2560
13	586408,53	526996,86	K 4 + 261,11	2560
14	586364,59	527506,18	K 4 + 768,97	2561
P2	586426,09	528288,01	K 5 + 556,81	2565
15	586403,11	528532,9	K 5 + 803,31	2566
16	586504,79	529493,68	K 6 + 769,62	2569
17	586474,3	529593,63	K 6 + 875,82	2570
18	586431,09	529820,46	K 7 + 106,10	2574
19	586448,47	529896,28	K 7 + 183,68	2574
20	586474,12	529934,21	K 7 + 229,82	2575
21	586530,46	529963,43	K 7 + 293,28	2576
22	586599,11	529939,27	K 7 + 364,92	2581
23	586760,67	530022,27	K 7 + 548,92	2588
24	586840,23	530040,41	K 7 + 627,14	2589
25	586916,57	530105,41	K 7 + 727,85	2592
26	586939,04	530132,12	K 7 + 762,78	2592
27	587051,29	530226,93	K 7 + 908,67	2590
28	587089	530236,7	K 7 + 948,50	2592
29	587139,3	530280,17	K 8 + 014,45	2589
30	587151,24	530331,73	K 8 + 069,05	2595
31	587167,72	530387,55	K 8 + 126,34	2593
32	587218,51	530445,09	K 8 + 203,65	2585
33	587281,77	530494,1	K 8 + 286,53	2580
34	587326,89	530512,51	K 8 + 332,79	2578
35	587470,25	530539,54	K 8 + 479,63	2571
36	587517,42	530549,36	K 8 + 526,05	2571
37	587547,05	530562,38	K 8 + 558,13	2572
38	587567,47	530590,08	K 8 + 592,21	2572
39	587584,49	530612,83	K 8 + 622,26	2572
PF	587629,49	530630,55	K 8 + 668,16	2572

Fuente: Google Earth

La vía de estudio se dividió en tres tramos los cuales se eligieron de acuerdo a la locación más cercana bien fuese un barrio o una vereda, esto se detalla a continuación.

Tabla 30. Locación de los tramos viales.

PUNTO	Abscisa	Locación
PI	K0+000	Villa Paul
P1	K 1 + 928,13	San Francisco
P2	K 5 + 556,81	La Perca
PF	K 8 + 668,16	La Punta

Fuente: Google Earth

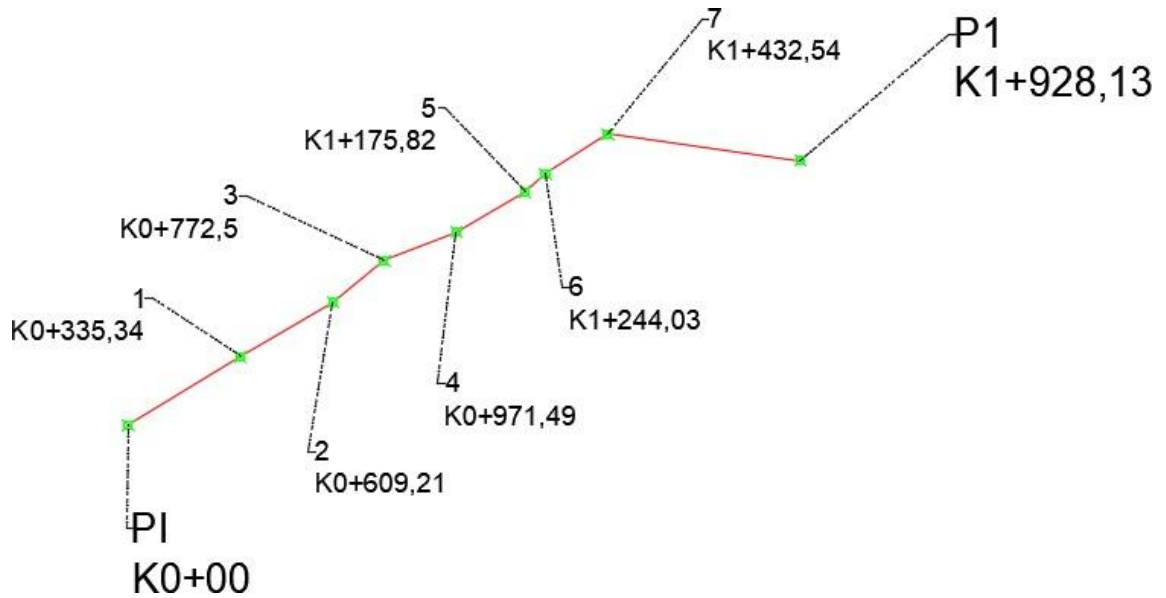
- ✓ Primer Tramo: este se encuentra comprendido entre los puntos PI (barrio Villa Paul) y P1 (Vereda San Francisco) donde hay una longitud de recorrido hasta este punto de análisis de 1928,13m.

Figura 46. Referenciación mediante SIG, tramo número 1 de la vía de estudio



Fuente: Google Earth

Figura 47. Abscisado tramo número 1 de la vía de estudio



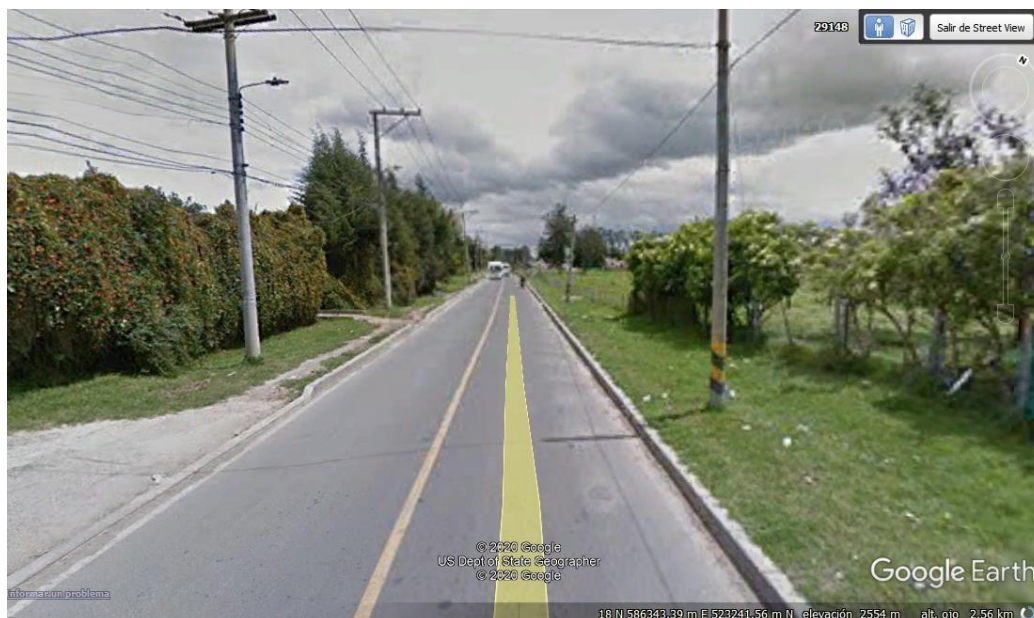
Fuente: Autores

Figura 48. Perfil longitudinal del tramo número 1 de la vía de estudio



Fuente: Google Earth

Figura 49. Referenciación mediante SIG del PI en sentido hacia el P1



Fuente: Google Earth

En este primer tramo de estudio se evidencia en la figura 49 las condiciones viales a las que se encuentra sujeta el punto inicial de estudio PI, una vía la cual cuenta con dos carriles, uno por cada sentido, no cuenta con un separador y escasea la iluminación lo que dificulta su transitabilidad en jornadas nocturnas. Se resalta la demarcación vial lo que no compensa el hecho de no contar con señalización.

Figura 50. Referenciación mediante SIG del P1 en sentido al PI.



Fuente: Google Earth

A la altura de la abscisa K1+928,13 se encuentra el punto P1, la figura 50 se centra en este punto en sentido hacia el PI donde ya se observa que el estado del pavimento de la vía es desfavorable para su tránsito ya que se encuentra en afirmado, como también escasea la señalización e iluminación en la vía.

Tomando un punto al azar del abscisado comprendido entre el PI y el P1 se centra la abscisa K1+432,54 siendo el punto número 7 del abscisado, esto con el fin de identificar las características intermedias de cada tramo. En las figuras 51 y 52 se muestra las condiciones viales de este punto en ambos sentidos, donde se resalta el mal estado de la vía dificultando el tránsito de sus usuarios ya que se encuentra en afirmado lo que implica que se puede generar estancamiento de aguas debido a precipitaciones en la zona.

Figura 51. Referenciación mediante SIG del punto número 7 del abscisado de la vía, en sentido del P1.



Fuente: Google Earth

Figura 52. Referenciación mediante SIG del punto número 7 del abscisado de la vía, en sentido del PI.



Fuente: Google Earth

En lo que corresponde a las obras de drenaje de este primer tramo, en la figura 53 se observan los pontones con los que se cuenta, lo que repercute en que escasea este tipo de obra ocasionando estancamiento de aguas lluvias. Adicionalmente, la vía esta obstruida por la vegetación y las basuras, además de esto en el recorrido de la vía no se observaban canales ni cunetas, esto repercute un gran estancamiento de agua lluvia a los costados de la vía.

Figura 53. Pontones localizados en la vía.



Fuente: Google Earth

Figura 54. Vallados en costados de la vía.



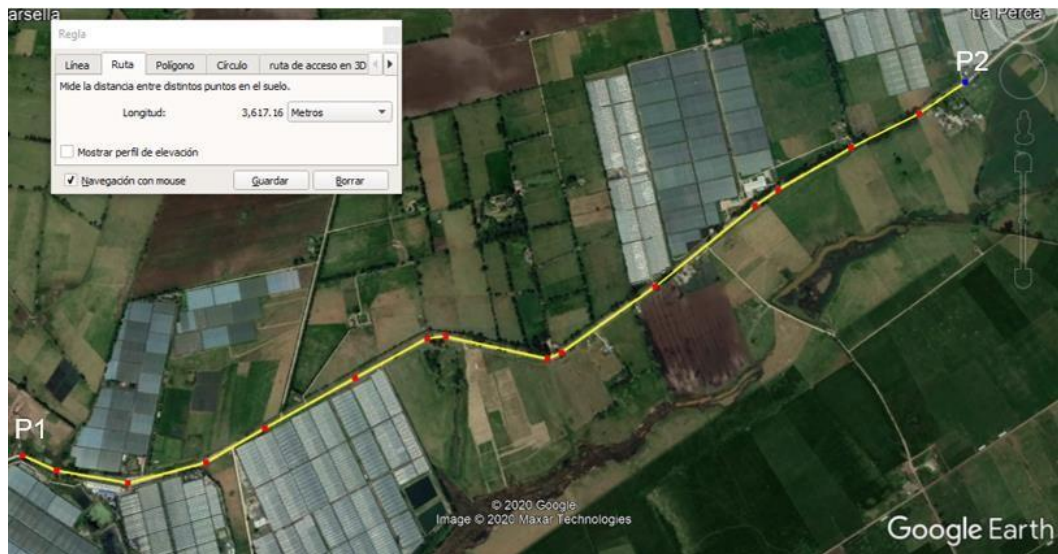
Fuente: Autores

A lo largo del segmento como lo refleja la figura 54 se cuenta con vallados a los costados de la vía con exceso de vegetación ya que esta invade la misma y sesga por completo a los usuarios en cuanto a la demarcación de la vía.

Para este primer tramo de estudio, será necesario implementar alumbrado público como una mejora en las condiciones viales, adicionalmente señalizar las zonas donde requiera con el fin de disminuir el riesgo de que se generen accidentes entre los diferentes actores viales, implementar obras de drenaje donde la vía permita hacer la captación adecuada de las aguas lluvia. Se debe considerar como pieza clave y fundamental la intervención a la malla vial para así brindar unas condiciones idóneas a todos los usuarios.

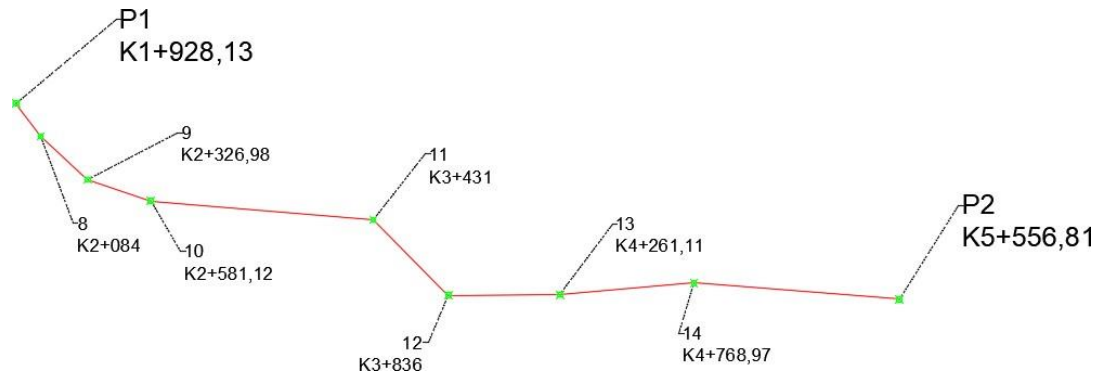
- ✓ Segundo Tramo: Este se encuentra comprendido entre los puntos P1 (Vereda San Francisco) y P2 (Vereda La Perca). Entre estos puntos hay una distancia de recorrido de 3628,68m.

Figura 55. Referenciación mediante SIG, tramo número 2 de la vía de estudio.



Fuente: Google Earth

Figura 56. Abscisado tramo número 2 de la vía de estudio



Fuente: Autores

Figura 57. Perfil longitudinal del tramo número 2 de la vía de estudio



Fuente: Google Earth.

Figura 58. Referenciación mediante SIG del P2 en sentido al P1.



Fuente: Google Earth

La figura 58 muestra claramente las características viales de la abscisa K5+556,81 cuyo punto de referencia es el P2. Se observa un estado pésimo de la malla vial con bastantes baches, los cuales son de alto riesgo para los usuarios ya que al momento de una precipitación se estanca el agua, aumentado así la probabilidad de un accidente

Figura 59. Referenciación mediante SIG del P1 en sentido al P2.



Fuente: Google Earth

En la figura 59 se encuentra el punto P1 en sentido al P2, donde se evidencia una alta presencia de zona boscosa, falta de obras de drenaje, la inexistente iluminación y el estado de la vía que la dificulta para su tránsito.

Para el segundo tramo de estudio, se tomó el punto número 11 del abscisado que se encuentra comprendido entre los puntos P1 y P2 cuya ubicación es en la abscisa K3+431. Se replica las condiciones viales a lo largo del corredor, donde escasea la señalización, obras de drenaje y la iluminación, donde el factor más relevante es el estado de la malla vial que no es óptima para los usuarios.

Figura 60. Referenciación mediante SIG del punto número 11 del abscisado de la vía, en sentido del P2.



Fuente: Google Earth

Figura 61. Referenciación mediante SIG del punto número 11 del abscisado de la vía, en sentido del P1.



Fuente: Google Earth

En el segundo tramo de estudio se observa en la figura 62 y 63 un estancamiento de aguas lluvias en el pavimento, como también es claro la presencia de pontones en ambos costados de la vía, los cuales no son eficientes debido al pésimo estado de la malla vial.

Figura 62. Estancamiento de aguas lluvias en presencia de obras de drenaje.



Fuente: Google Earth

Figura 63. Estancamiento de aguas lluvias en la vía.



Fuente: Autores

En este segundo tramo el pavimento se encuentra en afirmado en toda su extensión, ocasionando la problemática de estancamiento de agua debido a su condición y la limitante de las obras de drenaje como lo evidencia la figura 62 y 63.

Para este tramo de estudio, será necesario en primera medida intervenir la malla vial para garantizar unas condiciones idóneas de transitabilidad, así mismo será pertinente adecuar la vía con obras de drenaje donde según estudios técnicos lo determinen para garantizar la evacuación de aguas lluvia. Se debe considerar adicionalmente implementar el alumbrado público, la respectiva señalización y demarcación vial.

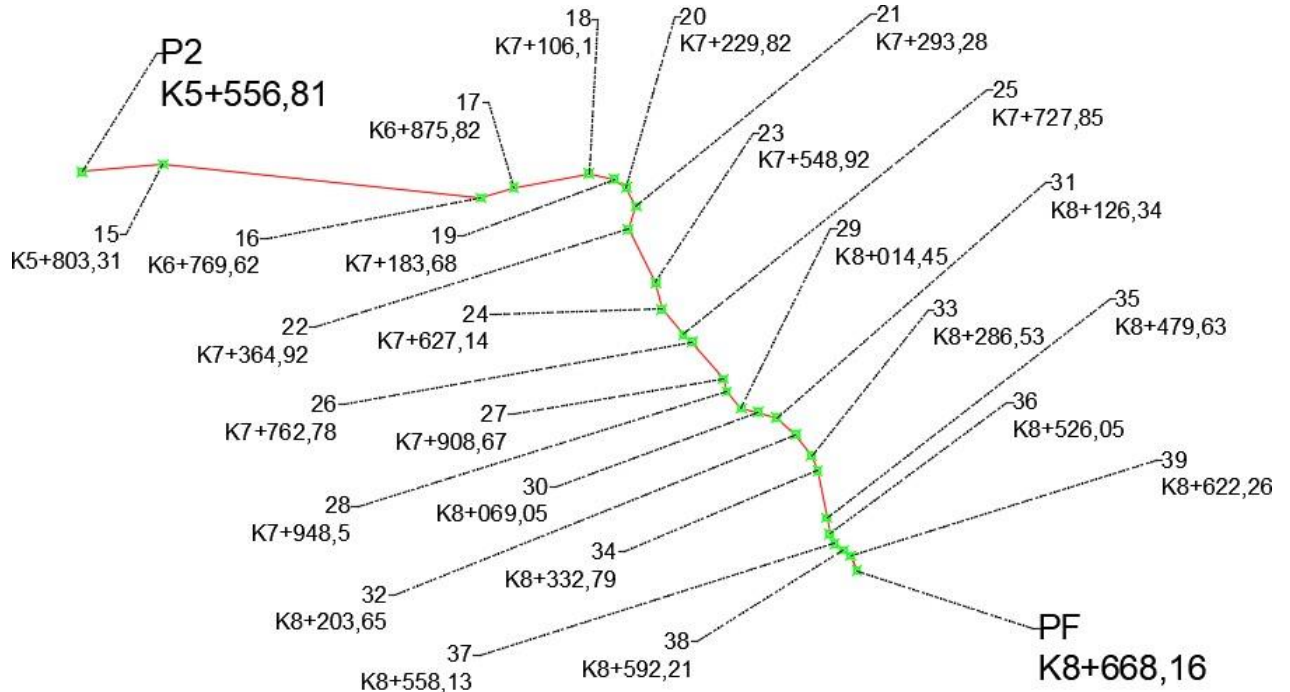
- ✓ Tercer Tramo: Este se encuentra comprendido entre los puntos P2 (Vereda La Perca) y PF (Vereda La Punta). Entre estos puntos hay una distancia de recorrido de 3111,35m.

Figura 64. Referenciación mediante SIG, tramo número 3 de la vía de estudio



Fuente: Google Earth.

Figura 65. Abscisado tramo número 3 de la vía de estudio



Fuente: Autores

Figura 66. Perfil longitudinal del tramo número 3 de la vía de estudio



Fuente: Google Earth.

Figura 67. Referenciación mediante SIG del P2 en sentido al PF.



Fuente: Google Earth

En la figura 67 se localiza el P2 donde es notorio los problemas que presenta este segmento vial de estudio, el mal estado del pavimento y los escasos de obras complementarias como drenaje e iluminación que son fundamentales para un óptimo tránsito.

Figura 68. Referenciación mediante SIG del PF en sentido al P2.



Fuente: Google Earth

El punto final PF de este segmento vial de estudio se encuentra localizado en la abscisa K8+668,16. Las condiciones viales de este punto se evidencian en la figura 68, donde se cuenta con un pavimento asfáltico, pero sucede la misma necesidad que en todo el segmento de estudio, los escasos de iluminación y obras de drenaje a lo largo de todo el segmento para evitar estancamiento de aguas ocasionadas por precipitaciones.

En las figuras 69 y 70 se localiza el punto 34 cuya abscisa es K8+332,79. Se cuenta con un pavimento asfáltico en mal estado y se caracteriza por el estancamiento de aguas. A la altura de este punto de análisis se encuentra un sector residencial, lo que aumenta considerablemente las probabilidades de accidentes de tránsito por las condiciones anteriormente mencionadas de la vía.

Figura 69. Referenciación mediante SIG del punto número 34 del abscisado de la vía, en sentido del PF.



Fuente: Google Earth

Figura 70. Referenciación mediante SIG del punto número 34 del abscisado de la vía, en sentido del P2.



Fuente: Google Earth

A continuación, en la figura 71 se observa una cuneta, esta obra de drenaje se encuentra en tramos muy cortos de la vía, específicamente en donde se cuenta con una pendiente alta para que las aguas lluvias drenen por gravedad. Estas obras presentan varias problemáticas, inicialmente estas obras no se encuentran en todo el corredor vial de estudio, adicional a esto en las zonas donde se cuenta con estas obras se presentan altas zonas boscosas en los sectores aledaños invadiendo la vía lo que ocasiona una presencia de materiales que generan estancamiento de aguas como se observa en la figura 60. Finalmente, las cunetas no cuentan con una obra para desembocar las aguas, lo que genera que estas se estanquen cuando lleguen a su planicie.

Figura 71. Cuentas localizadas en la vía.



Fuente: Google Earth

El estancamiento de aguas es la problemática que se evidencia en las zonas que se encuentra el pavimento en afirmado, donde una de las razones es que no se cuenta con obras de drenaje como se observa en la figura 72.

Figura 72. Estancamiento de aguas lluvias.



Fuente: Google Earth

El tercer tramo de estudio tiene una particularidad y es que en algunas zonas de alta pendiente se cuenta con el pavimento afirmado y en sus costados ya no se evidencia vallados o zonas boscosas, sino que existe alta presencia de material granular, este podría ser de ayuda en la eventual intervención vial como material de una Subbase o base granular del pavimento que se disponga.

Figura 73. Acumulación de material granular en la vía.



Fuente: Autores

En este último tramo se replica la problemática del sector de estudio, el pavimento se encuentra en afirmado en gran parte de su extensión generando dificultades para su transitabilidad, escasea la señalización e iluminación pública lo que vuelve complejo transitar en el sector a altas horas de la noche.

Para este tramo de estudio, será pertinente hacer una intervención en la malla vial donde se adecue de manera asertiva la vía considerando el vehículo de diseño definido esto de los estudios de tránsito, como también las obras de drenaje y las respectivas señalizaciones.

7.3.1 Señales de tránsito

A lo largo del segmento vial de estudio se evidenciaron varias señales de tránsito entre ellas se informa los giros de las curvas, reductores de velocidad, pasos peatonales y límites de velocidad como se observa a continuación. En ellas es notorio la falta de mantenimiento y la decadencia de las mismas.

Figura 74. Señales de giro en curvas.



Fuente: Google Earth

Figura 75. Señales de reductores de velocidad y límite de velocidad.



Fuente: Google Earth

Figura 76. Señal de paso peatonal.



Fuente: Google Earth

Figura 77. Señales de tránsito en muy mal estado.



Fuente: Autores

7.4 REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO EN FUNZA-LA PUNTA.

En el anexo B, se obtuvo respuesta por parte del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca ICCU a la solicitud de información sobre la vía en estudio.

Se informó que el ICCU se encuentra adelantando actividades de rehabilitación y mantenimiento bajo el convenio interadministrativo No. ICCU-134-2018 cuyo objeto consiste en la rehabilitación y mantenimiento de la vía Funza-La Punta, en el municipio de Funza departamento de Cundinamarca.

Tabla 31. Contratos y/o convenios en ejecución red secundaria 2016-2019

CONTRATOS Y/O CONVENIOS EN EJECUCIÓN RED SECUNDARIA 2016-2019						
No.	NUMERO CONVENIO O CONTRATO	OBJETO	VALOR TOTAL	META	% AVANCE	ESTADO
37	134-18	Rehabilitación Y Mantenimiento De La Vía Funza- La Punta, En El Municipio De Funza Departamento De Cundinamarca.	\$3.000.000.000	356	10%	EN EJECUCION

Fuente: Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca ICCU, 'CONTRATOS Y/O CONVENIOS EN EJECUCIÓN RED SECUNDARIA 2016-2019', 2019 <<http://www.iccu.gov.co/wcm/connect/ICCU/f5afb9e8-6e59-4a0e-a3ea-d0fa350fb493/19-+CONTRATOS+Y+CONVENIOS+EN+EJECUCIÓN+RED+SECUNDARIA+2016-19.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m-G6g7-&CVID=m-G6g7-&CVID=m-G6g7-&CVID=m-G6g7-&CVID=m-G6g7->>>.

En la tabla 31 se enuncia el presupuesto para el contrato No. ICCU-134-2018. Adicionalmente, el porcentaje de avance de esta obra la cual ya se encuentra en ejecución cuya extensión de intervención se evidencia en la tabla 34, la cual es de 2,67Km donde se incluye rehabilitación y mantenimiento según requiera.

Tabla 32. Ejecución de Metas ICCU con corte a 31 de diciembre de 2019, y ejecución física programada por meta para la vigencia 2020

REPORTE PLAN INDICATIVO INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES DE CUNDINAMARCA - ICCU					
META	DESCRIPCIÓN META	PROGRAMADO CUATRIENIO	TOTAL AVANCE CUATRIENIO	% CUMPLIMIENTO CUATRIENIO	PROGRAMADO VIGENCIA 2020
354	Participar en los 3 procesos de estructuración, evaluación y viabilización de las app presentadas a la entidad.	3,00	3,00	100,00%	0,00
355	Mejorar 550 km de vías de primer y segundo orden durante el periodo de gobierno	550,00	552,27	100,41%	3,50 km
356	Rehabilitación y mantenimiento de 1200 km de vías de segundo orden durante el cuatrienio.	1.200,00	1.232,76	102,73%	2,67 km
357	Realizar mantenimiento rutinario a 1.000 km de vías de segundo orden durante el cuatrienio	1.000,00	1.224,46	76,64%	1.000,00 km

Fuente: Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca ICCU, 'PLAN DE ACCIÓN 2020', 2019

<<http://www.iccu.gov.co:10039/wcm/connect/ICCU/638216b8-a278-4cb3-982e-1e6165d8e077/Plan+de+acción+2020.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m.ZxoR2&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>>.

Tabla 33. Presupuesto General del Departamento.

POSPRE (CODIGO PLAN)	AREA FUNCIONAL (CODIGO FUT)	PROGRAMA PRESUPUESTARIO (SPC-PRODUCTO)	FONDO	PRODUCTO CODIGO META	TIPO DE META	CONCEPTO	META CUATRIENIO	UNIDAD DE MEDIDA	META ACUMULADA	META VIGENCIA	PRESUPUESTO VIGENCIA
						PROYECTO - Adquisición Arrendamiento Operación y Mantenimiento de Maquinaria destinada al Mantenimiento de la infraestructura vial del Departamento de Cundinamarca					5.000.000.000
GR 4 3-01-01-359	A.9.5	29707503	1-0100	03		PRODUCTO - Via secundaria con mantenimiento periodico rutinario					2.000.000.000
GR 4 3-01-01-359	A.9.5	29707504	1-0100	04		PRODUCTO - Via secundaria con mantenimiento periodico rutinario					3.000.000.000
				360	Producto	META PRODUCTO -Mejorar 650.000 m2 de vías de tercer orden durante el cuatrienio	650000	Num	436025.12	201907.91	12.096.612.500
						PROYECTO - Mejoramiento rehabilitación y mantenimiento de la red secundaria y terciaria del departamento de Cundinamarca					12.096.612.500

Fuente: Gobernador de Cundinamarca, 'Decreto 435 Del 19 de Diciembre de 2018', 2018 <<http://www.iccu.gov.co:10039/wcm/connect/ICCU/eade9243-0fc5-4db0-8ac3-beeff6fc5a6b/PRESUPUESTO+APROBADO+ICCU+2019.pdf?MOD=AJPERES&CVID=myBS0Mk&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>>.

8. CAPITULO 4

8.1 CONSIDERACIONES GENERALES DE LA VIA DE ESTUDIO.

Se caracterizó el sector de estudio bajo la información recopilada mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el fin de conocer la velocidad de diseño y radio mínimo de curvatura para considerar en este segmento vial.

8.1.1 Tipo de terreno

Las características del relieve del municipio y dadas las pendientes máximas longitudinales de la vía donde oscilan entre el 13,3% y el 10,2% se define que la topografía predominante es ondulada según la caracterización realizada con ayuda de la tabla 34 donde se caracteriza los tipos de terreno.

Tabla 34. Tipos de terreno.

TIPO DE TERRENO	PENDIENTE MAXIMA MEDIA DE LAS LÍNEAS DE MÁXIMA PENDIENTE DEL TERRENO (%) ⁽¹⁾	INCLINACION TRANSVERSAL AL EJE DE LA VÍA, DEL TERRENO (°) ⁽²⁾
Plano (P)	0-5	0-6
Ondulado (O)	5-25	6-13
Montañoso (M)	25-75	13-40
Escarpado (E)	>75	>40

Fuente: Grisales, J. C. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras* (E. EDICIONES (ed.); Segunda Ed).

8.1.2 Velocidad de diseño

La vía comprendida entre el barrio Villa Paul y la vereda La Punta corresponde a una carretera de tercer orden con un tipo de terreno ondulado, según estas características el manual de diseño geométrico de carreteras establece velocidades entre 30 y 40 km/h para este tipo de terreno y categoría de la carretera. Por cuestiones de seguridad y comodidad en la vía la velocidad de diseño está definida en 30km/h, al ser la velocidad menor entre el rango establecido.

Tabla 35. Velocidad de diseño de los tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (Km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente: Grisales, J. C. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras* (E. EDICIONES (ed.); Segunda Ed).

8.1.3 Radio mínimo

Según el Instituto Nacional de Vías en Colombia (INVIAS) para carreteras terciarias especialmente en terreno ondulado no se permite el uso de velocidades altas por seguridad de los vehículos que transitan en dichas vías, ya que predomina la presencia de motocicletas y bicicletas donde el flujo de estos se hace complejo debido a las condiciones en las que se encuentra la vía. Adicional a esto, transitan por este sector vehículos de servicio público los cuales pueden llegar a sufrir volcamiento si esta no cumple con unos adecuados radios de giro, por lo tanto, para el intervalo de velocidades se establecen los siguientes radios mínimos:

Tabla 36. Radios mínimos absolutos para peralte máximo $e_{\text{máx}}=6\%$ y fricción máxima, carreteras terciarias.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (Km/h)	PERALTE RECOMENDADO $e_{\text{máx}} (\%)$	FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{T\text{máx}}$	RADIO MÍNIMO $R_{\text{mín}} (m)$	
			CALCULADO	REDONDEADO
20	6.0	0.35	7.7	15 ⁽¹⁾
30	6.0	0.28	20.8	21
40	6.0	0.23	43.4	43
50	6.0	0.19	78.7	79
60	6.0	0.17	123.2	123

Fuente: Grisales, J. C. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras* (E. EDICIONES (ed.); Segunda Ed).

En la tabla 36 se establece el radio para la velocidad de diseño definida anteriormente donde se obtiene un radio mínimo de 21 metros y un peralte recomendado del 6%.

8.2 SELECCIÓN DEL PAVIMENTO

Se propone un pavimento que cumpla con las exigencias de la vía en estudio según el estudio de tránsito realizado, se consideran diferentes aspectos los cuales se exponen en la tabla 37.

Tabla 37. Caracterización de los tipos de pavimento.

ITEM	PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTICO)	PAVIMENTO RIGIDO (LOSA DE CONCRETO)
COMPOSICION	<p>Las capas de pavimentos flexibles están compuestas básicamente por dos ingredientes, agregados pétreos más un producto asfáltico, por ello en este tipo de pavimentos las capas asfálticas no tienen una función estructural y las capas granulares soportan casi en su totalidad las capas rodantes. (Fonseca, 2008)</p>	<p>La losa de concreto hidráulico están constituidas por una losa de hormigón con o sin armadura apoyada sobre una capa de sub-base granular colocada directamente sobre la subrasante. (Fonseca, 2008)</p> <p>Es una mezcla de agregados, cemento y agua, a la que además se le puede agregar algunos aditivos; esta mezcla debe ser dosificada en masa o en volumen. (Gpo Vallarta, 2015)</p>
TIPO DE VIA	<p>El concreto asfáltico es el material asfáltico comúnmente utilizado en los proyectos de construcción vías. (Escudero, Grupo Empresarial)</p>	<p>El concreto hidráulico es utilizado para proyectos de calles, avenidas, vías secundarias y terciarias. (Instituto mexicano del cemento y del concreto, A.C., 2009)</p>

TRÁNSITO	Es utilizado para tráfico pesado y medio ligero, el tránsito esta expresado como el número acumulado de ejes simples equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño y durante el periodo de diseño. (Fonseca, 2008)	Es utilizado para tránsito moderado, tránsito más intenso y pesado expresado como el número acumulado de ejes simples equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño y durante el periodo de diseño. (Fonseca, 2008)
PACIDAD DE CARGA	<p>Su componente principal es el asfalto; material bituminoso apreciado por su gran fuerza de cohesión, resistencia a la acción mecánica de cargas y por sus propiedades impermeables que lo vuelven ideal para utilizarse como una carpeta asfáltica que soporta grandes cargas en movimiento. (Escudero, Grupo Empresarial)</p> <p>Los asfaltos son resistentes a las cargas del tráfico (tanto a la abrasión, como al asentamiento vertical, como al despegue por los neumáticos)</p> <p>Impermeable, ya que si el agua penetra por debajo del firme se filtrará al cimiento de la carretera, desestabilizándolo.</p> <p>Se debe trabajar con facilidad y su puesta en obra factible.</p> <p>(Equipment, 2003)</p>	<p>Está diseñado para soportar esfuerzos a flexión, lo que permite que la losa no trabaje en una sola área.</p> <p>Tiene la capacidad de absorber el esfuerzo y disiparlo en el suelo.</p> <p>Ofrecen mejor resistencia a las presiones de arranque, frenado y circulación producidas por el tráfico.</p> <p>Tienen una deformación mínima de su superficie, garantizando mayor durabilidad y resisten los derrames de diésel, gasolina y aceite de los vehículos, así como presentan mayor resistencia a la intemperie.</p> <p>Requiere menor estructura de soporte (Gpo Vallarta, 2015)</p>

<p>FACOTRES CLIMATICOS</p>	<p>En los climas cálidos la mezcla puede calentarse, fluyendo y generando huellas de neumáticos (roderas) y baches, por las altas pendientes de la vía es recomendable no usar este tipo de pavimento, generando disminución de la rigidez, y por lo tanto un incremento en la deformación del pavimento. (Fonseca, 2008)</p> <p>Dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de la temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de estabilidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirán en el nivel de servicio de la vía. (Vaswani, 1999)</p>	<p>Las losas de pavimento de concreto sometidas a un gradiente térmico a través de su profundidad tendrá tendencia a ladearse, por ello estará restringida por el peso propio de la losa.</p> <p>Cuando una losa se contrae por disminución uniforme de temperatura tiende a agrietarse por su parte media. (Fonseca, 2008)</p> <p>Los cambios de temperatura en las losas de concreto hidráulico ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.</p> <p>El calor no lo afecta, en comparación con otros tipos de concretos ya que no se vuelve pegajoso ni sus componentes se volatizan. (Gpo Vallarta, 2015)</p>
<p>PERIODO DE DURABILIDAD</p>	<p>Periodo de vida útil de 10 a 15 años. (2002)</p>	<p>Periodo de vida útil entre 20 a 40 años. (Gpo Vallarta, 2015)</p>

<p>CARACTERIZACIÓN</p>	<p>La mezcla asfáltica contamina al ser colocada, no importando si se trata de mezclas en caliente o en frío e independientemente de una carpeta o de un bacheo rutinario.</p> <p>El asfalto tiene menos durabilidad dado que su vida útil es más corta y el costo de mantenimiento es más alto. (D Croney; P Croney)</p> <p>No es posible repararlo debajo de ciertas temperaturas mínimas.</p> <p>Los concretos asfálticos presentan un fenómeno de acuaplaneo de vehículos, es decir, proporcionan mayor deslizamiento cuando su superficie esta mojada</p> <p>(Alfaro, 2015)</p>	<p>El concreto no contamina durante su colocación,</p> <p>El concreto hidráulico gana resistencia con el tiempo soportando hasta tres veces su capacidad de carga de diseño, además de necesitar un mantenimiento mínimo el cual consiste en un oportuno sellado de grietas que aparezcan. (D Croney; P Croney)</p> <p>Se puede reparar bajo cualquier condición climática.</p> <p>Las superficies de concreto hidráulico se pueden hacer tan segura (antiderrapante) como se desee, debido a las variadas técnicas de texturizado.</p> <p>Mayor velocidad de construcción</p> <p>Disminución de Costos de Operación</p> <p>Mejor drenaje superficial (Alfaro, 2015)</p>
-------------------------------	--	--

Fuente:(M. Coba & Guerrero, 2018)

8.2.1 Selección del método de revestimiento

Con el fin de proponer la propuesta más acorde para el mejoramiento de la vía de estudio entre costo beneficio, el método de revestimiento más acertado sería la implementación de un pavimento rígido. Esto se define según los parámetros enunciados en la tabla 37 que corresponden a características genéricas de los tipos de pavimentos, y las limitaciones con que cuenta el proyecto de investigación ya que no fue posible realizar estudios de suelos debido a la pandemia generada por el COVID-19, por ende, se propone este tipo de revestimiento bajo aspectos teóricos y el hecho de que este tipo de pavimento es empleado para proyectos de vías terciarias y aunque el pavimento asfáltico también es una opción viable, el pavimento rígido en cuanto a costos de construcción y mantenimiento es más económico, puesto que reduce costos en el mantenimiento pues no es necesario hacer reparaciones, solo requiere limpieza de las obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales.

Por otra parte, según el resultado que arrojó el estudio de tránsito los vehículos que circularán la vía son de tipo ligero y pesado medio, y además se presenta bajo volumen vehicular debido al cambio de pendiente en el tramo final en sentido Villa Paul - La Punta, adicional a esto el estado actual de la capa de rodadura no es la mejor ya que está en afirmado, por lo cual la velocidad de los vehículos tiende a ser muy baja para evitar daños en sus vehículos, y en época invernal es más complejo su uso ya que en la vía se genera estancamiento de aguas lluvias, y a su vez escasea de obras de drenaje.

En cuanto al mecanismo de respuesta a los esfuerzos producidos por el eje de un vehículo que se desplaza sobre la superficie de un pavimento rígido ya que está constituido por losas de dimensiones grandes con juntas permitiendo mayor fricción entre las llantas del vehículo y la superficie brindando mayor seguridad siendo diferente al mecanismo de respuesta de un pavimento flexible, puesto que en un pavimento flexible aproximadamente el 70% de la deflexión total la aporta la

subrasante, por lo cual la durabilidad del pavimento es altamente sensible a la rigidez de la subrasante, por esta razón es indispensable realizar una cuidadosa evaluación de dicha variable para este tipo de pavimento, por otra parte en los pavimentos rígidos la influencia de la rigidez del apoyo de las losas presenta una incidencia menor, hasta el punto que si no fuera por la necesidad de controlar el bombeo y proporcionar un apoyo homogéneo a las losas éstas se podrían construir directamente sobre la subrasante.(M. A. Coba & Guerrero, 2018)

Otro factor que incide en la selección del método de revestimiento es el comportamiento del pavimento respecto a la capacidad de agarre que tienen los vehículos en diferentes condiciones climáticas, teniendo en cuenta que el municipio de Funza presenta variaciones climáticas entre 8°C hasta 26°C, el revestimiento que más se ajusta a estos cambios de temperatura es el pavimento rígido pues al estar compuesto por losas de concreto con juntas de dilatación con neopreno permite al concreto dilatarse o contraerse sin generar fisuras en su estructura, mientras que el concreto asfáltico presenta problemas antes climas cálidos pues tiene alta susceptibilidad térmica.

8.3 CARACTERIZACIÓN DE LA SEÑALIZACION VIAL

Esta caracterización de la señalización vial se adopta del manual de señalización vial realizado por el ministerio de transporte en el año 2015 donde adopta unos lineamientos que se deben cumplir según lo requiera la vía. En general, todas las personas somos usuarios activos de las vías, ya sean urbanas o rurales y, por lo tanto, actores dinámicos dentro del tránsito, en la condición de conductor, pasajero o peatón. Por esta razón, existe la necesidad de conocer e identificar los dispositivos que regulan la movilización por las vías abiertas al público, ya que esto contribuye a garantizar la seguridad.

Por eso, no se pueden pasar por alto los cambios positivos que han tenido los materiales retrorreflectivos, usados en la señalización vial horizontal y vertical y la electrónica aplicada, así como la modernización de la infraestructura y el avance tecnológico de los vehículos. (MINTRANSPORTE, 2015)

8.3.1 Requisitos de la señalización vial

Las señales de tránsito deben cumplir unos requisitos mínimos para así disponer de ellas en las carreteras:

- ✓ Debe ser necesaria
- ✓ Debe ser visible y llamar la atención
- ✓ Debe ser legible y fácil de entender
- ✓ Debe dar tiempo suficiente al actor vial para responder adecuadamente
- ✓ Debe infundir respeto
- ✓ Debe ser creíble

8.3.2 Aspectos claves de la señalización

El cumplimiento de los requisitos mínimos a que se refiere el criterio anterior supone que, a su vez, las señales deben satisfacer determinadas condiciones respecto de los siguientes aspectos claves:

- **Diseño**

El diseño de la señalización debe asegurar que:

- ✓ Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retrorreflexión e iluminación se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los actores.
- ✓ Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que éste sea claro, sencillo e inequívoco.
- ✓ Su legibilidad y tamaño correspondan a la distancia de ubicación, de manera que permita un tiempo adecuado de reacción.
- ✓ Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, lo cual contribuye a su credibilidad y acatamiento.
- ✓ Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.

- **Instalación**

Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de actores de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a éstos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia. Un conductor que viaja a la velocidad máxima que permite la vía debe tener siempre el tiempo suficiente para realizar todas estas acciones.

- Conservación y mantenimiento

Toda señalización tiene una vida útil en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medioambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Por ello es imprescindible que las autoridades responsables de la instalación y, mantenimiento de las señales levanten un inventario de ellas y cuenten con un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza, reemplazo o retiro. La señalización limpia, legible, visible, en buen estado y pertinente inspira respeto en los conductores y peatones. A su vez, cualquier señal que permanece en la vía sin que se justifique, o se encuentra deteriorada, dañada o rayada, solo contribuye a su descrédito y al de la entidad responsable de su mantenimiento, y constituye además un estímulo para actos vandálicos. Los programas de conservación de vías deben incluir el reemplazo de dispositivos de señalización defectuosos, un mantenimiento rutinario de limpieza y lavado, y el retiro de aquellos que no cumplan con el objeto para el cual fueron instalados debido a que han cesado las condiciones que obligaron a su ubicación

- Uniformidad

La señalización debe tratar siempre situaciones similares de la misma manera. Esto, además de facilitar el reconocimiento y entendimiento de las señales por parte de los actores, genera ahorros en la manufactura, instalación, conservación y gestión de la señalización.

- Justificación

En general, se recomienda usar un número razonable y conservador de señales, ya que su uso excesivo reduce su eficacia.

- Simbología

En el contexto internacional existe la tendencia a preferir señales con mensajes simbólicos en lugar de escritos, ya que el uso de símbolos facilita una más rápida comprensión del mensaje, contribuyendo así a una mayor seguridad del tránsito.

- Prohibición de señalización comercial o publicitaria

Los dispositivos de control de tránsito y sus soportes no podrán mostrar ningún elemento que no tenga relación directa con la reglamentación del tránsito.

- Remoción de dispositivos no necesarios

Todos los dispositivos de regulación de tránsito que no son necesarios deben ser removidos. Cada vez que se reemplace o retire un dispositivo de regulación de tránsito de una vía con su pedestal o poste, si no es posible o es difícil eliminarla con su cimentación, se debe garantizar que el material del pedestal no sobresalga del nivel de la cimentación o del nivel del andén, que no quede ninguna saliente ni elemento corto-punzante que revista peligro para los peatones que circulen por estos sitios.

8.3.3 Señales Informativas

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios del sistema vial, entregándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. En particular, se utilizan para informar sobre:

- ✓ Direcciones hacia destinos, calles o ruta
- ✓ Hacia dónde conduce la vía
- ✓ Enlaces o empalmes con otras vías
- ✓ Carriles apropiados para cada destino

- ✓ Inicio de la salida a otras vías
- ✓ Distancias a que se encuentran los destinos
- ✓ Hito kilométrico a lo largo de la vía
- ✓ Identificación de rutas y calles
- ✓ Servicios generales
- ✓ Lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía
- ✓ Nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros
- ✓ Cualquier otra información de importancia para los conductores.

Las señales informativas, de acuerdo con su función, se clasifican en:

- ✓ Señales que guían al usuario a su destino: De preseñalización, de dirección, de confirmación, de identificación vial, de localización
- ✓ Señales con otra información de interés: De servicios generales , de interés turístico, de referencia de localización, otras señales para autopistas y carreteras, otras

- Forma y Color

Las señales informativas tienen forma rectangular o cuadrada. Las excepciones a dichas formas son las señales tipo flecha y las señales de identificación vial tales como: los escudos de las Rutas Nacionales, Rutas Departamentales y la Ruta Panamericana. En general tienen fondo verde y sus leyendas, símbolos y orlas son de color blanco. Las de servicios generales tienen un fondo azul, las de identificación vial fondo blanco y las de sitios de interés turístico, un color de fondo marrón. Los colores deben cumplir con las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC-4739 o su actualización adoptada por el Ministerio de Transporte. Cuando al interior de una zona urbana se quiere informar la ruta para indicar un destino urbano diferente se deben usar señales informativas de color azul con orla y letras blancas para diferenciarlas.

8.3.4 Señales Preventivas

Las señales preventivas tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales ayudan a que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, dado que el uso innecesario de ellas para prevenir peligros aparentes tiende a disminuir el respeto y obediencia a todas las señales.

- Clasificación

De acuerdo a los riesgos que previenen, las señales preventivas se clasifican en:

- ✓ Preventivas sobre Características Geométricas de la Vía (Curvatura horizontal y Pendientes longitudinales)
- ✓ Preventivas relacionadas con la Superficie de Rodadura
- ✓ Preventivas sobre Restricciones Físicas de la Vía
- ✓ Preventivas de Intersecciones con otras Vías
- ✓ Preventivas sobre Características Operativas de la Vía
- ✓ Preventivas sobre Situaciones Especiales

En cuanto a la forma de las señales se utiliza el cuadrado con diagonal vertical (rombo).

- Colores

Los colores utilizados en estas señales son el amarillo para el fondo y el negro para orlas, símbolos, letras y/o números. Las excepciones a esta regla son:

- ✓ SP-23. Semáforo (amarillo, negro, rojo y verde)
- ✓ SP-29. Prevención de pare (amarillo, negro, rojo y blanco)

- ✓ SP-33. Prevención de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco)
- ✓ SP-54. Paso a nivel (blanco y negro) SP=Señal Preventiva

- Ubicación

Las señales preventivas deben ubicarse con la debida anticipación del sitio del riesgo a prevenir, de tal manera que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. La distancia desde la señal preventiva al peligro que ésta advierte debe ser en función de la velocidad límite de las características de la vía, de la complejidad de la maniobra a efectuar y del cambio de velocidad requerido para realizar la maniobra con seguridad.

La Tabla 38, Guía para la ubicación de las Señales Preventivas, entrega recomendaciones para la localización de estas señales, debiendo estas distancias ser ajustadas por el diseñador o interventor, según cada situación en particular. Estas señales preventivas no deben ser instaladas con demasiada anticipación, ya que los conductores, por otras distracciones, pueden olvidar la situación señalizada.

Tabla 38. Guía para la ubicación de señales de prevención

Limite actual o velocidad 85% (km/h)	Distancia de adelantamiento ¹								
	Condición A: Reducción de velocidad y cambio de carril con alto volumen de tránsito ²	Condición B: Velocidad máxima segura de la situación señalizada							
		0 ³	20 ⁴	30 ⁴	50	60 ⁴	80 ⁴	100 ⁴	110 ⁴
30	70 m	30 m ⁶	N/A ⁵	—	—	—	—	—	—
40	100 m	30 m ⁶	N/A ⁵	N/A ⁵	—	—	—	—	—
50	140 m	30 m ⁶	N/A ⁵	N/A ⁵	—	—	—	—	—
60	200 m	35 m	30 m ⁶	30 m ⁶	N/A ⁵	—	—	—	—
70	235 m	50 m	40 m	30 m ⁶	30 m ⁶	N/A ⁵	—	—	—
80	270 m	75 m	60 m	50 m	35 m	30 m ⁶	—	—	—
90	300 m	100 m	80 m	70 m	60 m	35 m	N/A ⁵	—	—
100	365 m	145 m	135 m	120 m	105 m	80 m	60 m	30 m ⁶	—
110	380 m	170 m	160 m	150 m	135 m	114 m	80 m	45 m	—

Fuente: MINTRANSPORTE. (2015). Manual de Señalización Vial.

- Señales preventivas relacionadas con la curvatura horizontal
 - ✓ Curva cerrada a la izquierda sp-01
 - ✓ Curva cerrada a la derecha sp-02
 - ✓ Curva pronunciada a la izquierda sp-03
 - ✓ Curva pronunciada a la derecha sp-04
 - ✓ Curva y contra-curva cerrada primera a la izquierda sp-05
 - ✓ Curva y contra-curva cerrada primera a la derecha sp-06
 - ✓ Zona de curvas sucesivas la primera a la izquierda sp-07
 - ✓ Zona de curvas sucesivas la primera a la derecha sp-08
 - ✓ Curva y contra-curva pronunciada a la izquierda sp-09
 - ✓ Curva y contra-curva pronunciada a la derecha sp-10
 - ✓ Curva muy cerrada a la izquierda sp-69
 - ✓ Curva muy cerrada a la derecha sp-70
 - ✓ Delineador de curva horizontal sp-75

Figura 78. Señales preventivas horizontales 1.



Fuente: MINTRANSPORTE. (2015). Manual de Señalización Vial.

Figura 79. Señales preventivas horizontales 2.



Fuente: MINTRANSPORTE. (2015). Manual de Señalización Vial.

8.3.5 Señales Reglamentarias

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre.

De acuerdo con su función, las señales reglamentarias se clasifican en:

- ✓ De prioridad
- ✓ De prohibición
- ✓ Prohibición de maniobras y giros
- ✓ Prohibición de paso por clase de vehículo
- ✓ Otras prohibiciones
- ✓ De restricción
- ✓ De obligación
- ✓ De autorización
- Forma y Color

La mayoría de las señales reglamentarias tienen forma circular, pero se acepta que se inscriban en un rectángulo cuando llevan leyenda adicional, la cual debe ser clara y concisa. Su color de fondo es blanco y excepcionalmente rojo; su orla es roja y excepcionalmente verde o negra, y su símbolo y leyenda negro, blanco y excepcionalmente gris. En el caso en que se requiera adosar placas informativas que las complementen, éstas deben ser de forma rectangular, fondo blanco, orlas rojas y textos, flechas y números de color negro, y con su ancho no superior al de la señal.

- Mensaje

Además de comunicar a los usuarios sobre limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones a través de símbolos, puede ser necesario complementar el mensaje de la señal con una leyenda. Es el caso excepcional de prohibiciones o restricciones sólo para ciertos días o períodos. Cuando ello ocurra, el símbolo debe complementarse con una leyenda que indique el horario y/o días en que rige la reglamentación, señalando, en lo posible, horas enteras del código horario de 24 horas.

8.3.6 Demarcaciones

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Éstas se conocen como demarcaciones.

Dado que se ubican en la calzada, las demarcaciones presentan la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención del carril en que circula. Es difícil robar o hacer objeto de vandalismo una demarcación; sin embargo, presentan como desventaja que son percibidas a menor distancia, su visibilidad se ve afectada por lluvia, neblina, polvo o por otros vehículos que circulen en la vía.

La instalación de demarcaciones requiere pavimentos relativamente indeformables, lisos y compactos, por lo que no se pueden aplicar en caminos de tierra, recebo o afirmado.

En algunos casos, la demarcación es usada para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como las señales verticales y semáforos; en otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, lo que las hace mucho más comprensibles.

- Función

Las demarcaciones, al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad vial y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores.

- Ubicación

La ubicación de la demarcación debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima de circulación que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo que satisfaga uno de los siguientes objetivos:

- ✓ Indicar el inicio, mantención o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- ✓ Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

- Clasificación

Las demarcaciones se pueden clasificar según su forma y altura. Según su forma:

- ✓ Líneas longitudinales: se emplean para delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- ✓ Líneas transversales: se emplean fundamentalmente en intersecciones para

indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.

- ✓ Demarcaciones para cruces: se emplean en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos; las señales verticales y/o semáforos, en el caso de vías pavimentadas, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares de cruce.
- ✓ Demarcación de líneas de estacionamiento.
- ✓ Demarcación de paraderos.
- ✓ Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones.
- ✓ Otras demarcaciones: existen otras demarcaciones que no es posible clasificar dentro de las anteriores, ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o simbólicos) predomina por sobre los otros.

Según su altura

- ✓ Planas: Aquéllas de hasta 6 mm de altura.
- ✓ Elevadas: Aquéllas de más de 6 mm y hasta 21 mm de altura para las tachas y 150 mm para los otros delineadores de piso y que son utilizadas para complementar a las primeras. El hecho de que esta demarcación sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los faros de los vehículos, aún en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente, la demarcación plana no es eficaz.

8.3.7 Dispositivos para peatones

- Función

La principal función de los dispositivos peatonales es dar seguridad a los peatones que desean cruzar la vía en una sección determinada, reduciendo y

previniendo los riesgos de accidentes, en particular de atropellos, y reduciendo las demoras peatonales que se presentan al cruzar. Lo anterior puede lograrse:

- ✓ Evitando que los peatones enfrenten más de un flujo de tránsito vehicular y/o que crucen más de dos carriles de circulación de una sola vez,
- ✓ Otorgándoles derecho a paso sobre la calzada en forma permanente o durante un lapso de tiempo.
- ✓ Proporcionándoles una ruta alternativa, segregada del tránsito de vehículos motorizados, de manera que se elimine todo conflicto con estos últimos.

- Clasificación

Los dispositivos peatonales se clasifican en:

- ✓ Isla o Refugio Pevalonal: Zona de protección para los peatones instalada generalmente en la parte central de la calzada sobre el separador, con el objeto de posibilitar el cruce de una vía en dos etapas.
- ✓ Paso Cebra: Senda demarcada en la calzada, normalmente perpendicular al eje de esta, o en un ángulo cercano al perpendicular, en la cual los peatones tienen prioridad sobre los vehículos que se aproximan a ella.
- ✓ Paso Pevalonal Regulado por Semáforo: Senda demarcada en la calzada, generalmente perpendicular al eje de esta, o en un ángulo cercano al perpendicular, respecto de la cual un semáforo reparte alternadamente el derecho a paso de peatones y vehículos.
- ✓ Paso Pevalonal a Desnivel: Estructura elevada sobre el nivel de la calzada, comúnmente denominado puente peatonal, o paso deprimido o bajo la calzada (túnel), que posibilita pasar de un lado al otro de la vía sin que haya interferencia alguna entre vehículos y peatones. Se justifican generalmente en autopistas y carreteras, aunque pueden usarse también en otras vías donde los vehículos circulan a velocidades de 60 km/h o superiores y/o el flujo vehicular y/o peatonal es muy elevado, o donde se registran atropellos frecuentemente.
- ✓ También, especialmente en vías que concentran altos flujos peatonales, se puede

privilegiar su circulación a lo largo de ellas mediante la no interrupción de aceras en los cruces, debiendo los vehículos subir una leve pendiente para cruzarlas.

8.3.8 Dispositivos para ciclistas

La bicicleta es un medio de transporte alternativo accesible a la gran mayoría de la población, con un indudable impacto positivo en la descongestión del tránsito vehicular, la descontaminación ambiental y la salud de las personas, constituyendo además un elemento de esparcimiento. Por ello, es necesario que los sistemas de transporte consideren adecuadamente la operación de bicicletas como un modo más, de manera que su interacción con el resto del tránsito vehicular no constituya un factor de riesgos de siniestros. En efecto, dada la evidente fragilidad de las bicicletas y los ciclistas respecto de los vehículos motorizados, el tránsito de estas debe realizarse en vías o sectores de la calzada que les brinden seguridad.

La señalización de ciclorrutas se realiza utilizando los mismos dispositivos verticales y horizontales empleados en la señalización de calles y carreteras. El uso correcto de los diferentes elementos de señalización de ciclorrutas debe brindar a los usuarios una circulación segura, evitando una saturación de señales que puede resultar en distracción o confusión.

En algunas ciudades colombianas durante los días domingos y en otras fechas especiales se establece un horario predeterminado para excluir a ciertas calles del uso de vehículos motorizados, permitiendo el uso por bicicletas, patines, peatones y otros similar. Estos eventos socioculturales no requieren de elementos de señalización permanente, más bien dependen de un procedimiento para controlar la entrada de vehículos motorizados durante las horas y en los lugares correspondientes. Estos eventos son tratados como eventos especiales.

- Función

La función de los dispositivos para ciclistas es contribuir a dar seguridad y comodidad al tránsito de bicicletas en una vía, otorgándole en algunos casos exclusividad de uso en parte de dicha vía o segregándolo del resto del tránsito de no haber uso exclusivo.

Su implementación debe considerar tanto la infraestructura necesaria –vías y estacionamientos– como la señalización que regule la circulación, advierta de peligros y guíe a los usuarios a través de las vías.

- Vías para ciclistas

Ciclorruta es una red de vías para la circulación de bicicletas entre un origen y un destino y puede estar compuesta por Ciclovías, Ciclobandas y Ciclocalles, las cuales se definen a continuación.

- ✓ Ciclovía: Vía destinada al uso de bicicletas y a veces a peatones que se encuentra segregada físicamente del tránsito de vehículos motorizados. El ancho de ellas varía según los volúmenes de bicicletas esperadas. En todo caso, se recomienda un ancho mínimo de 1,2 m por sentido de circulación. La ciclovía puede ser permanente con infraestructura diseñada exclusivamente para tal fin, u ocasionalmente cuando se utiliza una vía vehicular o sección de la calzada para uso exclusivo de ciclistas, patinadores, peatones u otros similares.
- ✓ Ciclobanda: Carril o Senda sobre la calzada o andén, segregada del tránsito vehicular o peatonal solo por demarcación y/o delineadores horizontales. Su ancho puede variar según el flujo esperado de bicicletas, pero no debe ser menor a 1,5 m. Solo pueden ubicarse en vías donde la velocidad máxima permitida es igual o inferior a 60 km/h. Para distinguir mejor el espacio dedicado a ciclobanda, su pavimento podrá contar con un color diferente, tales como rojo, azul o verde.

- ✓ Ciclocalle: Vía convencional o peatonal donde circulan las bicicletas junto a otros vehículos motorizados o peatones respectivamente, cuya velocidad máxima permitida no excede los 30 km/h. Generalmente este tipo de vía contempla medidas calmantes de velocidad o tráfico calmado.

Al igual que las señales verticales, las señales asociadas al uso de bicicletas en vías con o sin dispositivos para ellas, cumplen tres funciones básicas: regular la circulación (reglamentarias), advertir sobre peligros (preventivas) y guiar a los ciclistas a través de ciclorrutas (informativas). La disposición frecuente de señales informativas ayuda a mantener a los ciclistas en la ruta diseñada.

8.3.9 Dispositivos para motociclistas

Las motocicletas son un medio de transporte cada día más popular por su bajo precio, disposición de estacionamiento y bajo costo de operación. Sin embargo, a diferencia de otros modos de transporte motorizado, los conductores y pasajeros de motocicletas tienen muy poca protección cuando se ven involucrados en una colisión, choque o caída.

Las motos varían considerablemente en cuanto a su capacidad de carga y potencia de su motor. El uso de estos vehículos es muy variado, lo cual requiere diferentes estrategias y medidas de seguridad e infraestructura. El uso de las motos se puede clasificar en:

- ✓ Transporte normal
- ✓ Recreación
- ✓ Vehículo de trabajo, entrega de mercancía, entrega de envíos o similares
- ✓ Transporte de pasajeros, conocido como moto taxi, tanto formal como informal

Las motocicletas tienen características muy diferentes de las de otros tipos de vehículos motorizados, su perfil es más esbelto, pueden presentarse en posiciones

inesperadas para otros usuarios de la vía. Así mismo, los conductores de motocicletas pueden realizar maniobras imposibles para otros vehículos motorizados.

- **Motovías**

La provisión de carriles segregados en vías donde existe un alto flujo de motocicletas puede reducir el potencial de que se produzcan conflictos entre estos vehículos y otros de mayor masa y carrocería. Las motovías –carriles especiales para estos vehículos– pueden ser ‘inclusivas’ o ‘exclusivas’. Igual que las ciclobandas, los carriles para motocicletas inclusivos se instalan en una vía existente y, por lo general, se ubican en la parte exterior de la(s) calzada(s) principal(es) para cada sentido del tránsito. En algunos casos, la berma puede ser empleada como carril de motos. Los carriles para motocicletas deben ser de 1,8 m de ancho y pueden estar separados del resto de la vía mediante demarcaciones pintadas, separadores de tránsito o en algunos casos por barreras físicas.

8.4 ALUMBRADO PÚBLICO.

En este ítem se pretende establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, los cuales están regulados en la normatividad nacional vigente (Resolución 180540 del Ministerio de Minas y Energía), garantizando los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación.(Resolución 180540, 2010)

8.4.1 Requisitos generales de diseño de alumbrado público.

El alumbrado público debe cumplir los principios generales de iluminación que se componen:

- ✓ Requerimientos de visibilidad. La iluminación de un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales. Para lo cual se debe tener en cuenta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido.
- ✓ Cantidad y calidad de luz. Se ha establecido como el objetivo del alumbrado público permitir a los usuarios de la calzada y del andén, circular sobre ellos en las horas de la noche, de manera segura, cómoda y a velocidades preestablecidas. La seguridad se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a velocidad normal evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, señalización visual y en general toda la geometría de la vía.
- ✓ Confiabilidad de la percepción. Los objetos sólo pueden percibirse cuando se tiene un contraste superior al mínimo requerido por el ojo. La iluminación deberá

perseguir dos elementos: el primero es proporcionar un elevado nivel de luminancia en el fondo, interpretado como la necesidad de proveer una Luminancia promedio L_{prom} elevada. El segundo elemento es un bajo nivel de luminancia para el obstáculo, que generalmente tiene un bajo coeficiente de reflexión, pero que está fuera del control del diseñador. Un tercer elemento es mantener un limitado deslumbramiento desde las fuentes de luz o luminancia de velo.

- ✓ Comodidad visual: La comodidad visual es una importante característica que redundará en la seguridad del tráfico vehicular. La falta de comodidad se traducirá en una falta de concentración por parte de los conductores que reducirá la velocidad de reacción debido al cansancio que se producirá en sus ojos. La instalación de alumbrado debe considerar la iluminación de aceras y fachadas y de esa manera crear un ambiente más agradable. Todo esto, sin generar deslumbramiento y manteniendo la estética de la instalación, que, al fin de cuentas, la hace más agradable. Una instalación de iluminación en carreteras, debe asegurar una continuidad óptica sobre el carril de circulación y sobre la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad por la velocidad de circulación. Se deben tener en cuenta tres variables al considerar la selección o diseño de una instalación de alumbrado público: la velocidad de circulación, la frecuencia y naturaleza de los obstáculos a ver y el tipo de usuarios de la vía.
- ✓ Relación de alrededores: Una de las metas principales en iluminación de vías es crear una superficie clara sobre la vía contra la cual pueden verse los objetos. Ahora, cuando los objetos son elevados y están sobre la vía, su parte superior se ve contra los alrededores. Igual sucede si los objetos están justo en el borde de la vía y en las secciones curvas del camino. En estos casos el contraste podría llegar a ser insuficiente para una percepción segura en el tiempo requerido por el conductor, si no se controla la luminancia promedio de los alrededores. En consecuencia, controlar la luminancia de los alrededores ayuda al conductor a percibir más fácilmente el entorno y le ayuda a efectuar, de manera segura, las maniobras que necesite.

- ✓ Evaluación económica y financiera: Todos los proyectos de alumbrado público deberán hacer una evaluación económica y financiera donde se incluyan no sólo los costos de inversión, sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público.
- ✓ Condiciones ambientales de la localidad: Un proyecto de iluminación exterior o de alumbrado público debe ser adecuado a las condiciones ambientales de la localidad, así como las condiciones particulares del medio especialmente la presencia de agentes corrosivos, las condiciones ambientales y las facilidades de mantenimiento deben determinar las características de hermeticidad y protección contra corrosión o ensuciamiento que necesitarán las luminarias.
- ✓ Requerimientos de las normas de mobiliario urbano. Otro factor a considerar en los proyectos de iluminación es la reglamentación sobre mobiliario urbano., por lo que se debe considerar el estilo arquitectónico predominante en el sector. En Plazas públicas, fachadas, vías con destinación histórica o turística definidas, es necesario mantener el estilo, el color y la distribución concordantes. Así mismo, es importante el uso típico de la vía, peatonal, ciclo-ruta o para vehículos automotores. Para cada caso hay distribuciones y equipos que mejoran el impacto visual de la instalación.

8.4.2 Vías vehiculares

Los criterios que se deben tener en cuenta para asignar una clasificación de iluminación están asociados a las características de las vías, siendo las principales: la velocidad de circulación y el número de vehículos. Toda vía caracterizada con estas dos variables se les asignará un tipo de iluminación conforme a la Tabla 39.

Tabla 39. Clases de iluminación para vías vehiculares

Clase de iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M5	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

Fuente:(Resolución 180540, 2010)

Otros factores a tener en cuenta son la complejidad de la circulación, controles del tráfico tipos de usuarios de las vías y existencia de separadores. De acuerdo con las condiciones de control de tráfico y de existencia de separación de diferentes usuarios en la vía, también podrá usarse una clase de iluminación diferente.

8.4.3 Vías para tráfico peatonal y ciclistas

La iluminación de estas áreas debe garantizar que los peatones y ciclistas puedan distinguir la textura y diseño del pavimento, la configuración de bordillos, escalones marcas y señales; adicionalmente debe ayudar a evitar agresiones al transitar por estas vías.

8.4.4 Clases de iluminación según el uso y tipo de vía.

Para la adecuada identificación de cada espacio en la vía, es necesario atender los perfiles típicos de vías que tiene aprobado en el POT cada municipio.

En los sistemas de alumbrado público existentes que hagan uso de la infraestructura de red eléctrica de uso general, sobre los cuales se requiera realizar ajustes para cumplir con los niveles de iluminación y coeficiente de uniformidad, se deberán modificar la luminaria y/o la potencia de la fuente, así como la forma y longitud del brazo.

8.4.5 Localización de luminarias.

Al iniciar un diseño de iluminación es necesario conocer las disposiciones que tiene el municipio que, para los diferentes operadores de servicios públicos, en cuanto a la localización de los postes y redes de energía, así como la red de alumbrado público, respecto al costado donde deben colocarse en la malla vial local, y si existe alguna restricción para la colocación de los postes exclusivos de alumbrado público en la malla arterial tanto principal como complementaria.

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su patrón de distribución, con el ancho de la vía (W), con los requerimientos lumínicos de la vía, con la altura de montaje (H) de las luminarias, con el perfil de la vía, la proximidad a redes de alta tensión (AT), media tensión (MT) en donde se deberán cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y zonas de servidumbres, líneas férreas, mobiliario urbano, etc.

Aparte de estas consideraciones, la altura de montaje se relaciona con las facilidades para el mantenimiento y el costo de los apoyos. La interdistancia de localización de los postes de alumbrado (S) será la que resulte del estudio fotométrico de iluminación de la vía y primará sobre la distancia de ubicación de los elementos del mobiliario urbano (árboles, sillas, canecas para basura, bolardos, etc.).

Las interdistancias sólo se deben disminuir debido a obstáculos insalvables, como por ejemplo sumideros de alcantarillas, rampas de acceso a garajes existentes, interferencia con redes de servicios públicos existentes y que su modificación resulte demasiado onerosa comparada con el sobre costo que representa el incremento del servicio de alumbrado público, etc.

Se debe buscar obtener interdistancias más elevadas mediante la utilización secuencial de las siguientes alternativas:

- ✓ Escoger la luminaria más apropiada.
- ✓ Calibrar el reglaje de la luminaria para aumentar su dispersión
- ✓ Aumentar la inclinación de la luminaria (pasando de 0° hasta 20°);
- ✓ Utilizar brazos con mayor longitud y por tanto de mayor alcance.
- ✓ Aumentar la longitud del brazo para que el avance de la luminaria sobre la calzada sea mayor;

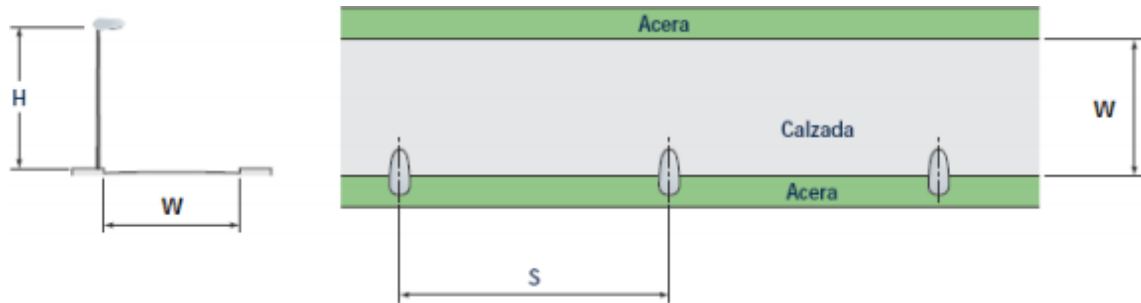
8.4.6 Configuraciones básicas de localización de puntos de iluminación

Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador deberá aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación.

Postes exclusivos de alumbrado público de doble propósito. Debido a la disposición multipropósito de algunos proyectos en los que se contemplan vías especiales para el tráfico de vehículos, así como las vías peatonales y las ciclo-rutas, es necesario minimizar el uso de postes y apoyos para el alumbrado público. Por un lado, sirve para iluminar la calzada vehicular y, por otro lado, a igual o menor altura, sirven para colocar las luminarias del andén peatonal o la ciclo-ruta.

- ✓ Disposición unilateral: Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía. El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos para las alturas de montaje, interdistancia y menor potencia eléctrica requerida.

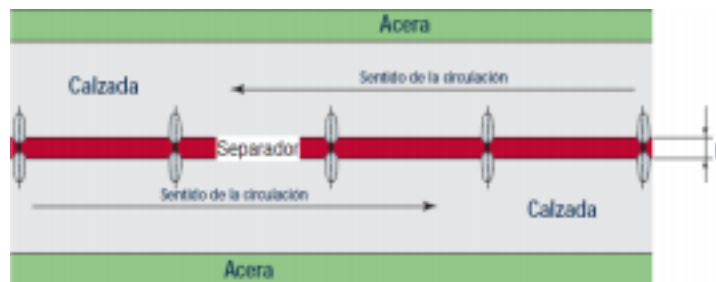
Figura 80. Disposición unilateral del alumbrado público.



Fuente: (Resolución 180540, 2010)

- ✓ Central doble: Donde los carriles de circulación en una dirección y otra se encuentran separados por un pequeño separador que no debe ser menor de 1,5 m de ancho. Se logra una buena economía en el proyecto si los postes comparten en el separador central a manera de dos disposiciones unilaterales.

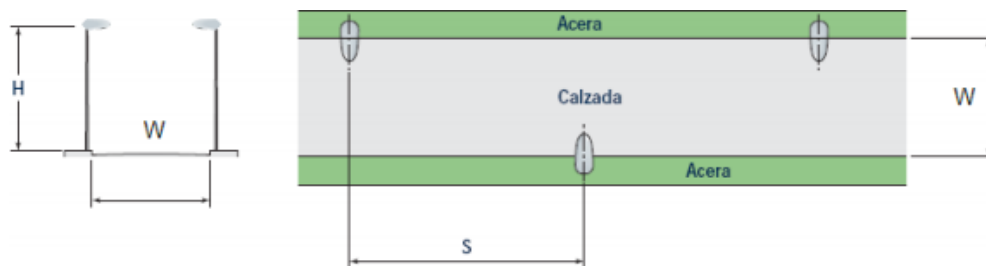
Figura 81. Disposición central doble para alumbrado público.



Fuente: (Resolución 180540, 2010)

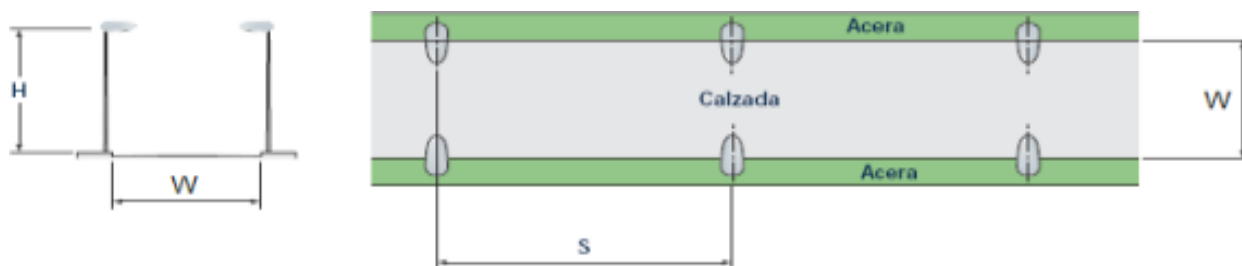
- ✓ Bilateral alternada. Es conveniente utilizar la disposición bilateral alternada en zonas comerciales o de alta afluencia de personas en la noche, para iluminar las aceras y las fachadas de las edificaciones frente a la calzada.

Figura 82. Disposición bilateral alternada para alumbrado público.



Fuente: (Resolución 180540, 2010)

Figura 83. Bilateral opuesta sin separador para alumbrado público.



Fuente: (Resolución 180540, 2010)

Figura 84. Bilateral opuesta con separador para alumbrado público.



Fuente: (Resolución 180540, 2010)

8.5 MANTENIMIENTO

El mantenimiento periódico no solo consiste en la corrección y reestructuración de los daños existentes en la vía, sino que a su vez se enfoca en acciones preventivas para que la vía perdure por periodos de tiempo más largos, con el propósito de garantizar una buena calidad de servicio para los usuarios, con el fin de garantizar una buena circulación del tránsito, proporcionar seguridad y comodidad para los vehículos que transitan a la entrada y salida del tramo pavimentado; de esta manera los recursos que están destinados por el municipio para el mantenimiento serán usados eficientemente y eficazmente en instrumentos y técnicas que se puedan implementar para dar una mejora al tramo de vía.(M. A. Coba & Guerrero, 2018)

A continuación, en la figura 85 se muestra el tipo de mantenimiento que se debe implementar según las especificaciones de la vía, teniendo en cuenta que esta se encuentra en afirmado y presenta estancamiento de aguas lluvias, para obtener el mejor desempeño y durabilidad es pertinente es necesario un mantenimiento adicional que consiste en una reparación superficial del pavimento, lo cual se enuncia en la figura 86.

Figura 85. Mantenimiento según las especificaciones de la vía.

Actividad: Bacheo y reparación de la superficie de rodadura o calzada y bermas en vías no pavimentadas.	
I. DESCRIPCIÓN:	Consiste en mantener las condiciones y especificaciones iniciales de la vía, reparando, rellenando, y compactando con equipo liviano o manual, pequeñas áreas de la superficie de rodadura o calzada y bermas, que presentan deterioro como baches y zonas blandas, producto del desgaste por tránsito de vehículos y arrastre de los materiales por las aguas superficiales.
II. OBJETO:	Corregir irregularidades como baches, pozos, y zonas blandas, evitando el deterioro prematuro de la vía no pavimentada, brindando comodidad y seguridad a los usuarios.
III. FRECUENCIA:	Se debe ejecutar cuando se encuentran empozamientos de agua, presencia de baches, antes de que la vía se vuelva intransitable; preferiblemente en verano, pero cuando se requiera de atender sitios puntuales se puede realizar durante el año.
IV. PROCEDIMIENTO:	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que todo el personal cuente con todos los elementos de seguridad industrial como cascos, uniformes etc., y verificar que el personal cuente con el conocimiento suficiente sobre el manejo de desechos y sobrantes. • Instalación provisional de señales preventivas y de seguridad, para el manejo temporal del tránsito, en algunos casos se debe tener personal con señales de PARE Y SIGA. • Cargar y transportar el material apropiado de afirmado o préstamo, hasta los sitios detectados, almacenándolo de tal forma que no se interrumpa la circulación • Retirar del sitio o bache a intervenir, el agua y/o materiales extraños sueltos como basuras, materiales contaminados o muy húmedos, garantizando que el área a reparar se encuentre seca y libre de materiales extraños, de tal modo que se vayan cortando los lados del bache verticalmente, formando un cuadrado o rectángulo, con profundidad uniforme; si es necesario, se debe compactar el fondo del bache, o realizar un subdrenaje si la causa del problema es un nacimiento de agua. • Rellenar las áreas determinadas, esparciendo el material de afirmado o de préstamo "en capas de 10 cm si la profundidad que se va a reponer es mayor de 15 cm para compactación manual, y para compactación con equipo en capas no mayores de 15 cm hasta llegar a la rasante", con una humedad adecuada, si es necesario se debe agregar agua con regadera de mano. • Compactar cada capa de material de forma manual con pisón o con compactador, hasta llegar al nivel de la superficie de rodadura o calzada y bermas. • Remover y recoger el exceso de material y verificar que el área quede bien nivelada con respecto con respecto a la superficie intervenida. • Retirar las señales preventivas y de seguridad.
V. MANO DE OBRA:	Se requiere de un inspector y obreros
VI. EQUIPO:	Volqueta, Compactador rana
VII. HERRAMIENTAS:	Palas, picas, carretillas, pisón, caneca, regadera de agua.
III. MATERIALES:	Material de afirmado o de préstamo, agua.
IX. UNIDAD DE MEDIDA:	La unidad de medida puede ser en metro cubico de material de afirmado o de préstamo o metro cuadrado medida como área del bache reparado.
X. VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN:	Se verifica por parte del inspector que la superficie de rodadura o calzada y bermas se encuentra sin ningún tipo de baches brindando seguridad y comodidad a los usuarios.

Fuente: (M. A. Coba & Guerrero, 2018)

Figura 86. Mantenimiento de la capa de rodadura.

Actividad: Limpieza de la corona	
I. DESCRIPCIÓN:	Consiste en la eliminación de basura, piedras, desperdicios, obstáculos, pequeños derrumbes, etc., que estén dentro de la superficie de rodadura o calzada y bermas.
II. OBJETO:	Mantener limpias la superficie de rodadura o calzada y bermas, de todo elemento extraño, brindando seguridad y comodidad de los usuarios.
III. FRECUENCIA:	Se debe ejecutar cuando se encuentra acumulación de basuras, presencia de elementos extraños que obstruyan la vía.
IV. PROCEDIMIENTO:	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que todo el personal cuente con todos los elementos de seguridad industrial como cascos, uniformes etc., y verificar que el personal cuente con el conocimiento suficiente sobre el manejo de desechos y sobrantes. • Instalación provisional de señales preventivas y de seguridad, para el manejo temporal del tránsito. • Recorrer los tramos de la carretera retirando elementos extraños, piedras y recogiendo basuras. • Los materiales extraños, piedras, se deben recoger y trasladar en carretillas y herramientas menores, hasta un sitio provisional de almacenamiento. • Cargar la volqueta con los materiales almacenados y trasladados a sitios determinados anteriormente y que han sido destinados para tal fin. • Recorrer nuevamente el tramo intervenido para verificar que haya quedado libre de obstáculos. • Retirar las señales preventivas y de seguridad.
V. MANO DE OBRA:	Se requiere de un inspector y obreros
VI. EQUIPO:	Volqueta.
VII. HERRAMIENTAS:	Machetes, palas, rastrillos, azadones, carretillas, escobas.
III. MATERIALES:	Ninguno
IX. UNIDAD DE MEDIDA:	Kilometro (km).
X. VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN:	Se verifica por parte del inspector que la superficie de rodadura o calzada y bermas se encuentra sin ningún tipo de obstáculos, o elementos extraños, garantizando seguridad y comodidad a los usuarios.

Fuente: (M. A. Coba & Guerrero, 2018)

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al desarrollo de la actual investigación conforme al análisis e interpretación de la información recopilada en las diferentes fases que lo componen, con la finalidad de comprender el quehacer del Ingeniero Civil en formación en un diagnóstico vial. Este apartado propende por dar cuenta los frutos obtenidos conforme a la propuesta realizada, por ello el análisis de los resultados obtenidos se determina conforme a los tres ámbitos investigativos para la consecución de este proyecto.

9.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO

Al realizar los estudios de tránsito se evidenció que el sector cuenta con una gran zona empresarial donde se destaca la presencia de empresas florales, ganaderas y de agricultura, por este motivo circulan camiones a llevar y recoger la mercancía saliente de dichas empresas, los autos se ven en gran medida ya que por esta vía como se mencionó anteriormente se puede llegar a otros municipios y no se tiene que realizar ningún pago de peaje como si se debe hacer por las vías principales.

El vehículo de diseño es el bus, ya que pasa de manera constante hacia ambos sentidos de la vía transportando pasajeros que en su mayoría son empleados de las diferentes industrias del sector. El vehículo de diseño transita constantemente por el sector por su servicio público y además de esto, porque el parqueadero de la empresa prestadora del servicio se encuentra contigua a la vía.

Las motos que también muestran un alto flujo y como se sabe son útiles por su facilidad, economía y comodidad muchos trabajadores, viajeros o visitantes se transportan en ellas para así llegar más rápido a sus destinos. Por esta razón es indispensable considerarlos como piezas clave en cuanto criterios de diseño con el fin de brindar comodidad y seguridad a los usuarios de la vía.

El actor vial con mayor presencia en el sector de estudio es la bicicleta debido a la cantidad que circula en horas pico, sin resaltar los fines de semana que se ve en mayor impacto debido a que la vía de estudio es propicia para conectar de forma rápida con los municipios aledaños. Las bicicletas además de ser el medio de transporte más económico tanto en adquisición como en vida útil, es el de gran preferencia y mayor redundancia en el sector de estudio. Esto se debe al fácil traslado intermunicipal que requiera el usuario en cualquier jornada. Adicional a esto por el sector los fines de semana los biciusuarios son los de mayor flujo ya que es una ruta deportiva por que cuenta con una gran vista de zonas verdes, y permite llegar a vías principales donde se conecta con municipios aledaños.

9.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Partiendo de una caracterización y georreferenciación del sector de estudio se fija que el trabajo de investigación se desarrolla en un segmento cuyos parámetros topográficos no varían en gran medida, lo que facilita el tránsito de todos los usuarios.

El factor problema radica en el estado de la vía la cual se encuentra parcialmente asfaltada en regular a mal estado, cuenta con obras de control superficial de aguas de escorrentías (cunetas) y zanjas laterales (vallados), dichas obras se encuentran estancadas en varios puntos por la presencia de material vegetal los cuales varían entre ramas, hojas y tierra de zonas boscosas aledañas a la vía.

Con ayuda del programa Google Earth se realizó un recorrido por el segmento de estudio, el cual se subdivide en tres tramos, donde es notorio los escasos de iluminación en todo el corredor vial y así mismo el pésimo estado de la malla vial. El pavimento de esta vía terciaria se encuentra en gran medida conformado por afirmado el cual presenta bastantes baches, los cuales dificultan la transitabilidad de la vía y volviéndola más compleja para dicho fin cuando ocurren precipitaciones ya que se genera estancamiento de aguas por la falta de obras de drenaje y las condiciones del pavimento existente.

Con ayuda de la plataforma del sistema geológico colombiano se logró recopilar información acerca de las características naturales las cuales se encuentra sujeta la vía. En la figura 29 se encuentra el mapa geológico de la zona donde se define que el municipio de Funza cuenta en sus suelos con arcillas, turbas, arcillas arenosas con niveles delgados de gravas y localmente con capas de diatomitas. Este sector cuenta con vías de alto flujo vehicular como lo es el sector de Siberia ya que por este municipio se conduce a diferentes regiones del país, razón por la cual es pertinente la ejecución de proyectos viales en el municipio satisfaciendo la demanda vehicular.

9.3 DIAGNOSTICO VIAL.

La vía de estudio se dividió en tres tramos para una caracterización donde se detalla a continuación.

✓ Primer Tramo

El primer tramo de estudio que se encuentra comprendido entre el punto PI (Barrio Villa Paul) y el P1 (Vereda San Francisco) cuya extensión es de 1928,13m. En la figura 48 se define que este tramo cuenta con una inclinación promedio del terreno entre 1,1% y 0,7%, y la inclinación máxima es de 8,3%. El rango de elevación se encuentra entre 2554m y 2559m, siendo la cota más alta de este tramo comprendido en la abscisa K1+432,54.

El diagnóstico para este primer tramo es desfavorable ya que en la georreferenciación realizada se observa las condiciones desfavorables las cuales está sujeta este segmento de vía. Donde se destaca la falta de iluminación, la presencia de vallados a los costados de la vía, el estancamiento de aguas en ciertos tramos debido a la falta de obras de arte (drenaje) y que este segmento solamente se cuenta parcialmente asfaltada en cercanías al punto PI.

Este tramo de análisis tiende a ser rectilíneo en su extensión y su elevación varía muy poco, favoreciendo el tránsito de los usuarios. La mayor dificultad que se presenta es la falta de alumbrado público haciendo complejo el tránsito en jornadas nocturnas por este sector.

✓ Segundo Tramo

Este tramo de estudio se encuentra comprendido entre el punto P1 (Vereda San Francisco) y P2 (Vereda La Perca) cuya extensión es de 3628,68m. En la georreferenciación se define que este tramo cuenta con una inclinación promedio del terreno entre 1,6% y 1,2%, y la inclinación máxima es de 5,3%. El rango de elevación se encuentra entre 2553m y 2567m, siendo la cota más alta de este tramo

comprendido en la abscisa del punto P2.

Para este segundo tramo de estudio se define que el diagnóstico es desfavorable, esto definido por las características a las cuales se encuentra sujeta y se evidencia en donde redunda la necesidad de alumbrado público y señalización para brindar condiciones óptimas de tránsito en jornadas nocturnas, como también se observa la escasez de obras de arte para evitar el estancamiento de aguas lluvias y así mismo la intervención de la malla vial que a lo largo de este tramo de análisis se encuentra en afirmado generando condiciones desfavorables de tránsito.

✓ Tercer Tramo

Este último tramo de estudio se encuentra comprendido entre el punto P2 (Vereda La Perca) y PF (Vereda La Punta). Entre estos puntos hay una distancia de recorrido de 3111,35m. En la georreferenciación se define que este tramo cuenta con una inclinación promedio del terreno entre 2,5% y -2,6%, y la inclinación máxima es de 9,3%. El rango de elevación se encuentra entre 2561m y 2591m, siendo la cota más alta de este tramo comprendido en la abscisa K7+762,78.

Finalmente, el diagnóstico para este segmento de vía redunda en estado desfavorable porque se presenta la misma necesidad de un alumbrado público, la intervención de la malla vial como la ejecución de obras de drenaje para evitar el estancamiento de aguas y brindar condiciones idóneas para el tránsito de los diferentes actores viales.

A lo largo de la vía, en los tres tramos de análisis se replica la necesidad de una intervención en su malla vial, obras de drenaje, la implementación de una señalización, demarcación vial y un alumbrado público, donde cada uno de estos sea eficiente y cumpla con las exigencias normativas vigentes.

La vía cuenta con bastantes zonas verdes (vallados principalmente) por lo que hace complejo el mantenimiento y operatividad de las obras de drenaje actuales,

por lo cual se debe disponer una captación de aguas lluvias las cuales no estén expuestas de manera directa a estas zonas con el fin de evitar taponamientos.

Se debe implementar señales de tránsito de tipo informativas con el fin de que los diferentes actores viales cuenten con el tiempo suficiente para tomar decisiones que requieran en su recorrido. Además, es necesario emplear señales de tipo reglamentarias y preventivas, donde ambas deben estar dispuestas en la vía en puntos donde sean netamente necesarias con el fin de cumplir su función de manera eficiente y brinden así mismo el tiempo acorde al usuario para realizar maniobras de forma segura, como también es pertinente garantizarle al usuario seguridad y comodidad.

Además de una señalización acorde a los requerimientos que exponga la vía de estudio se requerirá de una demarcación vial para brindar mayor seguridad a los diferentes usuarios, bien sea reductores de velocidad para que los peatones puedan realizar traslados de un lado de la vía a la otra, como también una delimitación para los demás usuarios con el fin de definir los carriles que componen la vía.

En cuanto a obras de drenaje se presenta una topografía con alta pendiente siendo favorable para el desagüe de aguas lluvia por gravedad mediante cunetas y estas siendo conectadas a pontones.

Finalmente, será pertinente realizar un estudio en campo para así mismo definir las señales según el tipo, a emplear en el sector. En esta propuesta se define que se requerirán tres tipos de señales (informativas, reglamentarias y preventivas) como también una demarcación que se exponen en el capítulo 4 los lineamientos que estos deben cumplir según las especificaciones técnicas exigidas por los entes reguladores.

En lo que concierne a la intervención de la malla vial, se propone que en esta sea empleado un pavimento rígido con sistema de losas con juntas de dilatación

con una base y Subbase granular según lo requiera y defina los estudios de suelos ya que no es posible determinarlo y hacer el respectivo diseño por las limitantes que se cuenta en el presente documento. Esto se definió con el objetivo de garantizar un sistema económico y durable para la vía en cuestión.

La propuesta en cuanto al alumbrado público es garantizar la visibilidad adecuada para la circulación de los diferentes actores viales en jornadas nocturnas y garantizando operatividad en cualquier jornada del día y así mismo brindando seguridad en el sector. La disposición del alumbrado se propone tipo bilateral alternado ya que el ancho de vía no es superior a los 5 metros por ende el área a cubrir de las luminarias es pequeña y la necesidad de iluminar ambos sentidos de la vía por el alto flujo de bici usuarios. El factor que determinará la disposición final de las luminarias y su intensidad dependerá netamente del diseñador que se debe acoger a las especificaciones estipuladas por la resolución 180540 que estipula los lineamientos para el diseño del alumbrado público.

Las soluciones planteadas anteriormente tienen la finalidad de proponer una alternativa eficiente para la problemática del sector, en consecuencia, todo lo mencionado anteriormente deberá ser corroborado con estudios in situ para así garantizar eficiencia y cumplir con todos los lineamientos establecidos en las diferentes normativas base que se deben cumplir, considerando que es una obra del sector público lo ideal es optimizar el diseño en cuanto a costos se refiere, aun así, garantizando la operatividad de la vía.

Figura 87. Propuesta pavimento y drenaje para el segmento vial.



Fuente: Google Imágenes

Figura 88. Propuesta alumbrado público bilateral alternado para el segmento vial.



Fuente: Google Imágenes

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

El trabajo de investigación basó su proceso de investigativo en la formación del Ingeniero Civil bajo competencias en sistemas bien fueran ofimáticos o sistemas de información geográfica y el análisis de la información que se obtiene. Dicha información se recopiló mediante consultas a los entes estatales que le competa el tramo de estudio y así mismo a los programas Excel, Google Earth, AutoCAD y las plataformas digitales con las que se cuenta para caracterizar aspectos de geociencia.

La construcción de los saberes y competencias que forjan el perfil del Ingeniero Civil se basa en la formación teórica y práctica en las diferentes categorías del conocimiento adquiriendo habilidades y destrezas en las diferentes circunstancias que competan el desarrollo de proyectos civiles. El eje temático de este proyecto investigativo es el Saneamiento de Comunidades donde está inmerso todos los aspectos que competan en el mejoramiento de la calidad de vida de comunidades siendo ámbitos viales el que propende esta investigación.

Las tendencias del segmento vial de estudio se replican en los tres tramos de estudio cubriendo necesidades fundamentales para garantizar facilidades de tránsito para los usuarios en cualquier jornada, las cuales es la implementación de un alumbrado público, obras de drenaje, la intervención de la malla vial generando un pavimento que cumpla con parámetros normativos y se acople a la demanda de la vía, como también un constante mantenimiento de las obras de drenaje.

Se concluye este trabajo de investigación bajo parámetros analizados mediante las diferentes etapas de investigación:

- ✓ La propuesta técnica de mejoramiento vial de la vía terciaria que comunica al barrio Villa Paul y la vereda La Punta en el municipio de Funza es una solución factible ya que es una respuesta a las problemáticas presentadas en esta zona donde beneficiaria de manera directa la circulación de todos los actores involucrados y aumentaría de forma considerable la circulación de vehículos ya que por esta vía se evita el pago de un peaje.
- ✓ Esta propuesta se desarrolló mediante la aplicación de saberes adquiridos en las diferentes áreas del conocimiento del programa de ingeniería civil, empleando aspectos técnicos con la finalidad de generar un saneamiento a comunidades como labor principal del ingeniero civil en el ejercer de su profesión.
- ✓ Se concluye en la evidente necesidad de una intervención de este segmento vial por parte de las entidades públicas competentes, en donde se requiere el desarrollo de una malla vial que se propone un pavimento rígido (de manera teórica sin diseño alguno) según los parámetros que se conocen del sector de estudio con la finalidad de que este documento sea base para la posterior intervención y desarrollo de estudios técnicos, con el fin de realizar los respectivos diseños que den como consecuencia una vía apta para el tránsito de todos los usuarios a los cuales se someta la vía y, a su vez, garantizando obras complementarias que beneficien a los usuarios, entre ellas se contempla la adaptación de obras de drenaje para evitar estancamiento de aguas lo cual sucede concurrentemente y así mismo disponer de un alumbrado público a lo largo de la vía que sea bilateral alternado para facilitar su tránsito en jornadas nocturnas. Todo esto se debe desarrollar bajo la normativa nacional vigente, cumpliendo así con la finalidad de este tipo de proyectos que es el saneamiento de comunidades.

10.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de esta investigación surgen de las necesidades y problemáticas que presenta el segmento vial de estudio donde influye el criterio profesional el cual parte de la formación del Ingeniero Civil con miras a favorecer a las comunidades a las cuales se involucren todos los proyectos.

- ✓ A partir del desarrollo de esta propuesta técnica, sea como documento base a las respectivas entidades competentes con el fin de realizar estudios técnicos en campo robustos para así mismo realizar diseños cumpliendo siempre las especificaciones que exige la normativa nacional vigente en cada campo a ejercer, y la posterior ejecución del proyecto.
- ✓ Debido a las limitaciones presentadas por la pandemia del COVID-19 se recomienda realizar visitas técnicas que permita dar una solución real a las problemáticas de una población, se recomienda hacer un reconocimiento al lugar donde se va a realizar el estudio, con el fin de tener un panorama general de las problemáticas que se presentan en la zona y de esta manera comenzar a hacer un estudio más detallado.
- ✓ Se recomienda ejecutar estudios de prefactibilidad y factibilidad de proyectos con la finalidad de establecer una adecuada programación del proyecto para así cumplir con los tiempos de ejecución de las diferentes actividades constructivas como también definir el presupuesto.
- ✓ Será necesario disponer de una adecuación para los bici usuarios ya que la afluencia de dichos usuarios es alta y será mayor si se realiza una intervención en este segmento vial.
- ✓ Se recomienda señalar el segmento vial ya que se requiere que los usuarios se informen y prevengan sobre las circunstancias a las cuales se encuentra sujeta la vía.
- ✓ El factor fundamental para un tránsito nocturno futuro por esta vía de estudio es la disposición de alumbrado público, ya que además de mejorar las condiciones

de tránsito, mejorara la seguridad de este sector en dicha jornada.

- ✓ Se recomienda realizar obras de drenaje a lo largo del corredor vial y a su vez, emplear las zanjas y vallados contiguos a la vía las cuales deberán tener contante mantenimiento debido a la presencia de zonas boscosas en gran parte de la vía.
- ✓ Finalmente se recomienda realizar estudios prediales con el fin de adquirir predios con la posibilidad de contar con mayor derecho de vía para que todos los actores viales puedan transitar.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Américas. (2017). *Colombia unveils details for tertiary roads plan*. <https://www.bnamericas.com/en/news/colombia-unveils-details-for-tertiary-roads-plan>.
- Argos. (2017). *Suelo cemento, una alternativa para la construcción de vías terciarias*. <https://colombia.argos.co/Acerca-de-Argos/Innovacion/Suelo-cemento-construccion-vias-terciarias>
- Autodesk. (n.d.). *AutoCAD Civil 3D, diseño para ingeniería civil*. Cartografía y GIS. <https://www.autodesk.es/cartografia-y-gis/autocad-civil-3d/>
- Bolívar, H., Zurutuza, E., González, J., & Banda, J. (1982). *El ingeniero civil, ¿Qué hace?* (A. M. SA (ed.); Primera).
- Bowles, J. (1988). *Foundation Analysis and Design* (M.-H. I. EDITIONS (ed.); 4th ed.).
- Caro, S., & Caicedo, B. (2017). *Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia*. Universidad de Los Andes. <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121052004005.pdf>
- Coba, M. A., & Guerrero, L. M. (2018). *Propuesta técnica de mejoramiento vial de la vía terciaria que comunica a la vereda boyá i y boyá ii con el cruce de la vía principal de acceso al municipio de somondoco, boyacá-colombia*. Universidad Católica de Colombia.
- Coba, M., & Guerrero, L. (2018). *PROPUESTA TECNICA DE MEJORAMIENTO VIAL DE LA VIA TERCIARIA QUE COMUNICA A LA VEREDA BOYA I Y BOYA II CON EL CRUCE DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO AL MUNICIPIO DE SOMONDOCO, BOYACÁ-COLOMBIA*. Universidad Católica de Colombia.
- Codazzi, I. G. A. (n.d.). *Mapa de Clasificación de las Tierras por su vocación de uso*. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/agrologia-consulta>
- Constituyente, A.N. (1991a). *Constitución política de Colombia*.

<https://www.constitucioncolombia.com/titulo-11/capitulo-1/articulo-286#:~:text=Artículo 286.,Constitución y de la ley.>

Constituyente, A. N. (1991b). *Constitución Política De Colombia*. Justia Colombia.
<https://colombia.justia.com/nacionales/constitucion-politica-de-colombia/titulo-xi/capitulo-3/#:~:text=Artículo 311 ARTICULO 311º—Al,promover la participación comunitaria%2C el>

Crespo, C. (2017). *Vías de Comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. (L. SA (ed.); Cuarta).

Cundinamarca, G. de. (2013). ASPECTOS DEMOGRÁFICOS. In *Estadísticas de Cundinamarca*(p.20). http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/bff517bbe051-4c3d-b4f5-48016387f71f/Cap_02.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kNRnl.O

Dictionary, C. (2019). *Civil engineering*.
<https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles-espanol/civil-engineering?q=+civil+Engineering>

Resolución 180540, 229 (2010).

ESRI. (n.d.). *Introducción a SIG*. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>

Funza, A. M. de. (2017a). *DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA MUNICIPIO DE FUNZA*.
https://funzacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/funzacundinamarca/content/files/000069/3446_division-politico-administrativa-funza.pdf

Funza, A. M. de. (2017b). *Nuestro Municipio*. <http://www.funza-cundinamarca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Funza, A. M. de. (2019). *Instituciones Educativas*.
<http://www.semfunza.gov.co/instituciones-educativas>

- Geoinnova. (2019). *¿Qué son los Sistemas de Información Geográfica (SIG)?*
<https://geoinnova.org/cursos/que-son-los-sistemas-de-informacion-geografica-sig/>
- González, M. C. (2018). Empresas crean tecnologías para mejorar vías terciarias.
Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas-crean-tecnologias-para-mejorar-vias-terciarias-516442>
- Grisales, J. C. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras* (E. EDICIONES (ed.); Segunda Ed).
- ICCU, I. de I. y C. de C. (2019). *¿Qué tipo de obras gestiona el ICCU, para el desarrollo del Departamento de Cundinamarca?* <http://www.iccu.gov.co/Home/Servicios-Ciudadano>
- IDEAM. (2014a). *Tiempo y Clima*. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/seguimiento>
- IDEAM. (2014b). *ZONIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA*.
<http://www.ideam.gov.co/web/agua/zonificacion-hidrogeologica>
- INVIAS. (2019). *Avanza intervención de vías secundarias y terciarias en el Cauca, a través del INVIAS*. 13 Abril 2019.
<https://www.invias.gov.co/index.php/mas/sala/noticias/3444-avanza-intervencion-de-vias-secundarias-y-terciarias-en-en-el-cauca-a-traves-del-invias>
- INVIAS, I. N. D. V. (2013). *MANUAL DE SERVICIOS DE CONSULTORIA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS, INTERVENTORIA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS Y GERENCIA DE PROYECTOS EN INVIAS* (S. C. DE INGENIEROS (ed.)).
- INVIAS, I. N. D. V. (2016). *Clasificación de las Carreteras*.
<https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-uncategorised/2706-clasificacion-de-las-carreteras>
- INVIAS, I. N. D. V. —. (2018a). *Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras*.
<https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/130->

glosario/glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras

INVIAS, I. N. D. V. –. (2018b). *MANUAL DE SERVICIOS DE CONSULTORIA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS, INTERVENTORIA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS Y GERENCIA DE PROYECTOS EN INVIAS.*

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3240-manual-de-servicios-de-consultoria-para-el-invias/file>

LEON, U. A. D. N. (2019). *LAS GEOCIENCIAS*. <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=9334>
Mainroads. (2011). *Glossary of Technical Terms*.

https://www.mainroads.wa.gov.au/BuildingRoads/StandardsTechnical/RoadandTrafficEngineering/Pages/Glossary_of_Technical_Terms.aspx

Merrit, F. (1992a). *Manual del ingeniero civil-Tomo 1* (McGRAW-HILL (ed.)). Merrit, F. (1992b). *Manual del ingeniero civil - Tomo 2* (McGRAW-HILL (ed.)). Merrit, F. (1992c). *Manual del ingeniero civil - Tomo 3* (McGRAW-HILL (ed.)).

Militar, U. (2020). *ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO*.

https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10837/EspinelOrtizAlfredoAndres2014_Capitulo2.pdf;jsessionid=7D3E940CB4E1CE8C5672D305C4D5AABF?sequence=3

MINTRANSPORTE. (2015). *Manual de Señalización Vial*.

Ospina, G. (2019). *El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia*.

<https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/911>

Planeación, D. N. de, & Públicas, S. T. y de I. (2018). *Mejoramiento de vías terciarias - Vías de tercer orden*.

<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viasterciarias/ptviasterciarias.pdf>

Rosas, R. (2019). *DOFA*. <https://rosanarosas.com/matriz-foda-personal/#:~:text=FODA>
es una matriz que,nos permita planear estrategias futuras.

S.A., E., & CAR. (2016). *Plan de manejo ambiental del distrito regional*.
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac7aa40283d8.pdf>

- Solminihaq, H. de. (2005). *Gestión de la Infraestructura Vial* (A. G. Editor (ed.); Tercera).
- Spíndola, R. C. y M. R. (2016). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones* (Alfaomega (ed.); 8a.).
- Srnová, B. (2017). *A Case of Road Design in Mountainous Terrain with an Evaluation of Heavy Vehicles Performance* [KTH Stockholm]. <https://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:1110254/FULLTEXT01.pdf>
- Tabio, A. de. (2020). *ECONOMÍA*.
<http://alcaldiadetabio.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx#:~:text=Tabio>
 ha desarrollado en los,mercado nuevo para la región.&text=La agricultura sigue
 siendo la,tubérculos%2C frutas flores y hortalizas.
- Tenjo, A. de. (2020). *Mi Municipio, Economía*. <http://www.tenjo-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
- Torrijos. (2019). *Qué es AutoCAD y para qué sirve*. <https://ayto-torrijos.com/herramientas/que-es-autocad-y-para-que-sirve/>
- Travel, U. (2018). *Destinos - Cundinamarca*. <http://www.uff.travel/informacion-local/cundinamarca/informacion-general#:~:text=Su centro geográfico es la,con>
 24210 km2 de extensión.
- Villeta, C. municipal de. (2020). *CAPÍTULO 4: UNIDOS PARA UNA VILleta PRODUCTIVA Y COMPETITIVA*. <http://www.villeta-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Unidos>
 generando oportunidades de empleo.pdf
- Zurita, J. (1974). *Topografía práctica para el constructor* (E. CEAC (ed.); 15°).

12. ANEXOS

ANEXO A

Carta radicada solicitando información del segmento vial de estudio.

Bogotá D.C., 28 de octubre de 2019

Señores

INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES DE CUNDINAMARCA-ICCU

Atn: Ing. Nancy Valbuena Ramos

Ing. María del Pilar Suárez (Supervisor).

Calle 26 No. 51-53 Torre Central Piso 6.

Ciudad

Asunto: Solicitud documentos para realizar un diagnóstico para el mejoramiento de la vía terciaria localizada entre el barrio Villa Paul y la vereda La Punta en el municipio de Funza, Cundinamarca.

Respetada doctora,

De manera atenta solicitamos de su valiosa colaboración con la siguiente información:

Los estudiantes Diana Valentina Navarrete Lara c.c. 1'073.253.617 y Cristian Camilo Duarte Valero con c.c. 1'016.102.060 de la Universidad Católica de Colombia actualmente se encuentran en la presentación de la propuesta de trabajo de grado para optar el título de Ingenieros civiles, y han decidido realizar para el caso, el proyecto DIAGNÓSTICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA LOCALIZADA ENTRE EL BARRIO VILLA PAUL Y LA VEREDA LA PUNTA EN EL MUNICIPIO DE FUNZA, CUNDINAMARCA, razón por la cual solicitamos de su gestión, la obtención en lo posible de información técnica que nos permita realizar este diagnóstico.

La información requerida se relaciona a continuación:

1. Cartografía de la zona (Planos)
2. Indicación de si la vía propuesta se encuentra en algún plan de desarrollo del municipio
3. Datos técnicos viales.

Agradezco su atención y cualquier inquietud será atendida vía electrónica al correo mnemocon@ucatolica.edu.co o telefónicamente 3205491627.

Cordialmente,

MARISOL NEMOCÓN RUIZ

Directora del Programa de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica de Colombia

mnemocon@ucatolica.edu.co

Conmutador 3277300 ext 3131

INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES DE CUNDINAMARCA II
AL CONTESTAR CITE ESTE NUMERO 2019010336
Asunto: ICCU12 CONCEPTOS Anexos: 0
Ruta: Correspondencia ICCU



Fecha: 29/10/2019 12:23:28.0

ANEXO B

Respuesta a la solicitud de la información del segmento vial.



AL CONTESTAR CITE ESTE NÚMERO: CE - 2019305067
ASUNTO: Respuesta a la solicitud radicado ICCU N° 2019010336
DEPENDENCIA: Subgerencia de Infraestructura -

Bogotá, 2019/11/01

Doctora
MARISOL NEMOCÓN RUIZ
Directora del programa de Ingeniería civil
Facultad de Ingeniería
Universidad Católica de Colombia
mnemocon@ucatolica.edu.co

Asunto: Respuesta a la solicitud radicado ICCU N° 2019010336 – solicitud documentos para realizar un diagnóstico para el mejoramiento de la vía terciaria localizada entre el barrio Villa Paul y la vereda La Punta, en el municipio de Funza, Cundinamarca.

Respetada doctora Marisol:

Reciba un cordial saludo por parte de la Subgerencia del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU, quien le desea éxito en su labor como Directora del programa de Ingeniería civil de la Universidad Católica de Colombia.

A la entidad ha sido radicada la solicitud de información con respecto a la vía Funza - la punta, cordialmente el Instituto da respuesta a cada uno de su requerimiento:

1. Cartografía de la zona (planos)

R// En el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU no se encuentra la cartografía de la zona, sin embargo esta información se puede encontrar en el Instituto Agustín Codazzi



Calle 26 #51 - 53 Bogotá D.C.
Gobernación de Cundinamarca - Torre central, Piso 6
Código Postal: 111321 - Teléfono: (1) 7491624
@ICCU GOB @ICCU GOB www.iccu.gov.co



2. Indicación de si la vía propuesta se encuentra en algún plan de desarrollo del municipio.

R// La vía Funza – La Punta, es una vía de segundo orden a cargo del Departamento de Cundinamarca, catalogada como una vía colectora departamental de la red - troncal con 9.46 km de longitud y un ancho promedio de 6 m, base del decreto 171 de 2003 que define la red vial departamental.

Adicionalmente, se le informa que el En el Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca – ICCU se encuentra adelantando actividades de rehabilitación y mantenimiento bajo el Convenio interadministrativo No. ICCU-134- 2018 cuyo objeto consiste en: “REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA VÍA FUNZA- LA PUNTA, EN EL MUNICIPIO DE FUNZA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.”.

3. Datos técnicos viales

R// La vía Funza – La Punta está conformada por una calzada de dos carriles (uno por sentido) de un ancho que varía entre 6 y 6.5 metros; se encuentra parcialmente asfaltada en regular a mal estado, cuenta parcialmente con obras de control superficial de aguas de escorrentía (cunetas) y zanjas laterales (vallados).

Cordialmente


MARIA DEL PILAR SUAREZ MONZÓN
Profesional Universitario


Proyectó:





Calle 26 #51 - 53 Bogotá D.C
Gobernación de Cundinamarca - Torre central, Piso 6
Código Postal: 111321 - Teléfono: (1) 7491624
@ICUGOB @ICUGOB www.iccu.gov.co

ANEXO C


Anexo Técnico, modificadorio del mejoramiento vial.

**ALCALDIA
DE FUNZA**

**DE FRENTE CON LA GENTE**
Juntos Avanzamos


201910000152571
2019-09-04 09:02:23

Funza, Cundinamarca

INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES DE CUNDINAMARCA ICCU
AL CONTESTAR CITE ESTE NUMERO 2019008560
Asunto: ICCU16 CONVENIOS Asesor: 1
Ruta: Correspondencia ICCU

Fecha: 05/09/2019 11:42:33.0

Señores
**INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES
DE CUNDINAMARCA - ICCU**
Atn: Ing. Nancy Valbuena Ramos
Ing. Maria del Pilar Suarez (Supervisor)
Calle 26 No 51-53 Torre. Central Piso 6
BOGOTA

Asunto: **SOLICITUD MODIFICATORIO ANEXO TÉCNICO Y PROCESO
CONSTRUCTIVO CONVENIO ICCU No. 134 – 2018**


Reciba un cordial saludo de parte de la Administración Municipal de frente con la Gente Juntos Avanzamos, deseándole éxitos en sus labores diarias.


Teniendo en cuenta que la Administración municipal suscribió el convenio No. **134 de 2018** con el **INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA Y CONCESIONES DE CUNDINAMARCA ICCU**, cuyo objeto es **“AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA VÍA FUNZA – LA PUNTA, EN EL MUNICIPIO DE FUNZA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA”**.


Esta solicitud obedece a la necesidad de hacer más eficiente el presupuesto de obra en cuanto a costos, y el proceso constructivo en cuanto a tiempos, garantizando la calidad y estabilidad de la obra. Para soportar el cambio del diseño de la estructura, adjunto, se encuentra el memorando técnico realizado por la firma de diseño y consultoría **SANCHEZ FOLIACO INGENIEROS S.A.S**, firmado por el **ING. JORGE ALBERTO SANCHEZ**, especialista en ingeniería de pavimentos, en donde se aclara, argumenta y avala el nuevo diseño estructural para la vía.

Teniendo en cuenta lo anterior la Secretaria de infraestructura solicita adicionalmente la modificación al anexo técnico No. 1 del convenio, toda vez que las cantidades y precios se modifican teniendo en cuenta el cambio en la nueva estructura propuesta, se adjunta el nuevo alcance en el que se incluye el


C.P. 250020
Dir. Carrera 14 No. 13-05 Funza
Tel. +57 (1) 826 32 11 / 826 33 11
Fax. +57 (1) 825 76 20


ISO 9001
Icontec
SC-CER 116470


I-Net
SC-CER 116470


GIP-CER 116080

03-F-016 VER. 06
Funza, Cundinamarca





**ALCALDIA
DE FUNZA**



201910000152571
2019-09-04 09:02:23

presupuesto con las memorias de cálculo y APU'S en el que se estima la construcción de 1.8 kilómetros de vía con el diseño presentado, equivalente a lo presupuestado inicialmente, y en el que se incluyen las nuevas actividades necesarias para la ejecución de los trabajos.

De igual manera se incluyen los planos en los que se evidencia la longitud de los tramos estimados a intervenir, priorizando las áreas críticas.
Atentos a tu pronta y positiva respuesta

Es por lo anterior que la secretaria de infraestructura solicita respetuosamente evaluar y viabilizar la nueva estructura y la modificación al presupuesto.

Cordialmente,

PATRICIA ELIZABETH PRIETO RIVERA
Secretaria de Infraestructura

Anexos: Memorando Técnico
Presupuesto
Planos

Proyectó: Proyectó: Mary Luz Quintero Guarín – P.U. Apoyo a la supervisión de la Secretaría de Infraestructura



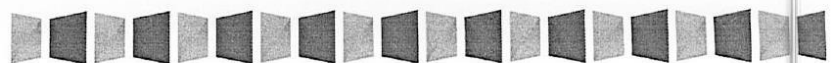
CD-SG-CER116470



GP-CER116080

03-F-016 VER. 06
Funza, Cundinamarca

C.P. 250020
Dir. Carrera 14 No. 13-05 Funza
Tel. +57 (1) 826 32 11 / 826 33 11
Fax. +57 (1) 825 76 20



Formato Estimación de Consumo de Laboratorio para Proyectos.

187